

BIBLIOTECA DE LAS MARAVILLAS

LOS

VENTISQUEROS

POR

ZURCHER Y MARGOLLE

OBRA ILUSTRADA CON 45 GRABADOS EN MADERA
Y TRADUCIDA DEL FRANCÉS
POR A. CARRALÓN DE LABRUA

PARIS

LIBRERÍA HACHETTE Y C^{IA}

BULEVARD SAINT-GERMAIN, 73

PARIS — IMP. SIMON RAÇON Y COMP. 5, ALE. DE LÉVELLÉ, 3.

16 ✓ 504970

R.H. 190

C. G. R.

55/145-

BIBLIOTECA
DE LAS MARAVILLAS

PUBLICADA BAJO LA DIRECCION
DE M. EDUARDO CHARTON

LOS VENTISQUEROS

REVUE
DE LA MATHÉMATIQUE

DE LA SOCIÉTÉ
DE MATHÉMATIQUES

DE PARIS

47/78093
52/61708

BIBLIOTECA DE LAS MARAVILLAS

LOS VENTISQUEROS

POR

ZURCHER Y MARGOLLÉ

OBRA ILUSTRADA CON 45 GRABADOS EN MADERA

y traducida del francés

POR A. CARRALON DE LARRUA

PARIS

LIBRERIA HACHETTE Y Ca

BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

—
1870

Propiedad de los editores



La *Recherche* en medio de los hielos.

I

EL HIELO.

Congelacion del agua. — Fuerza expansiva del hielo. — Flores del mismo. — Ventisqueros naturales. — Hielo atmosférico. — Rehielo y moldaje del hielo. — Hielo congelado. — Estratificación y estructura viciada del hielo. — Seraces. — Hielo del fondo. — Idem de la superficie. — Palacios y chozas de hielo. — Comercio de hielo en los Estados Unidos.

Congelacion del agua. — Fuerza expansiva del hielo.

En el fenómeno del enfriamiento del agua la marcha ordinaria de la naturaleza parece experimentar una detencion. El líquido disminuye en un principio, como todos los cuerpos, de volúmen; pero así que llega á la temperatura de 4º centígrados

alcanza su mayor densidad. Cesa la contraccion, y, á medida que aumenta el frio empieza de nuevo la dilatacion : y cuando por último se congela el agua, prodúcese de repente una expansion.

Verificase esta expansion con una fuerza irresistible. Una botella de hierro de paredes muy espesas, llena de agua y tapada por un tornillo, estalla en pedazos cuando se la sumerge en una mezcla refrigerante. La tenacidad del metal no puede luchar contra el poder que produce la nueva disposicion de los átomos. Cañones de bronce llenos de agua y sólidamente cerrados, se rompen como delgados tubos cuando se los coloca en una atmósfera á varios grados bajo cero. Las mas duras rocas, como encierren agua en sus grietas, se rompen por efecto del frio, justificando el dicho popular de : « Huela á hendir la piedra. » Las piedras conocidas bajo el nombre de *gelives* deben su descomposicion en fragmentos menudos al agua que, penetrando en ellas se ha solidificado en sus poros.

La formacion de la tierra vegetal debe atribuirse principalmente á la fuerza expansiva del hielo. La inmensa capa superficial donde se sumergen las raices y donde se elabora toda la vida, no es mas que el polvo de las rocas primitivas desprendido partícula á partícula en el curso de los siglos por los agentes atmosféricos, y sobre todo por las heladas.

Bajo otro punto de vista aun debe señalarse la extrema importancia de la expansion anormal del agua en la economía de la naturaleza. Supongamos un lago sometido al brillo nocturno durante el in-

vierno y bajo un cielo sereno. El agua de su superficie se enfria y se contrae. Hácese mas pesada y baja hácia el fondo, de donde sube un agua mas ligera, que, al cabo de cierto tiempo se enfria á su vez. Entre el agua de la superficie y la del fondo establécese así una circulacion constante, la que, segun la ley comun de las densidades, no deberia detenerse hasta que la masa entera del lago se trasformara en hielo, trasformacion que acarrearía la destruccion de todos los seres vivientes que abriga. Pero, como bajo 4° el agua se dilata, el agua fria viene á flotar sobre las capas mas calientes; empieza la solidificacion, y el hielo solo se extiende á corta distancia de la superficie, formando un abrigo que protege á los peces y otros animales.

Si el hielo, al convertirse en líquido se contrae, es en razón de que la disposicion de sus átomos exige mayor espacio en el estado sólido que no en el líquido. Dichas partes elementales pueden hallarse dispuestas de tal modo que entre sus ángulos queden espacios intermedios mayores, y, produciéndose este efecto de dilatacion por el enfriamiento, da ganas de pensar que impidiendo la expansion de la masa por una presión exterior, permanecería mas tiempo en el estado líquido, esto es, que el punto de fusion se reduciría. El profesor de física inglés Thompson ha podido comprobar este hecho comprimiendo un pedazo de hielo entre las placas de una prensa hidráulica. Manifestáronse en seguida oscuras estrias en la imagen proyectada por un rayo de luz que atravesaba aquel hielo. Aunque se mantuvo á cero la temperatura, las estrias in-

dicaban capas líquidas cuya superficie lograbase distinguir mirando oblicuamente en el interior del pedazo de hielo. La cristalización habíase hecho, pues, imposible por la presión y se revelaba como la verdadera causa de la expansión del hielo.

Flores del hielo.

La parte importante que desempeña la cristalización aparecerá todavía mejor si echamos una mirada mas profunda con M. Tyndall sobre la constitución íntima del hielo. « En todas las temperaturas sobre 0°6, dice el eminente profesor en una de sus notables lecciones de la Institución real de Lóndres, el movimiento del calor es suficiente para mantener sueltas las moléculas del agua de su unión rígida. Pero á 0° el movimiento es tan reducido que los átomos se agarran entónces unos á otros uniéndose en un sólido, unión que sin embargo se halla sometida á leyes. Para varias personas que aquí se hallan este pedazo de hielo no parece presentar mas interés y belleza que un pedazo de cristal; pero para el ingenio esclarecido del sabio, el hielo es al cristal lo que un oratorio de Hændel es á los gritos de la calle ó del mercado. El hielo es un sonido, el cristal un ruido; aquel es el órden y el otro la confusión. En el cristal las fuerzas moleculares han venido á parar en una enmarañada y embrollada madeja: en el hielo, han sabido tejer un bordado regular cuyos maravillosos dibujos voy á revelarlos.

« ¿Cómo me compondré para analizar ó desentra-

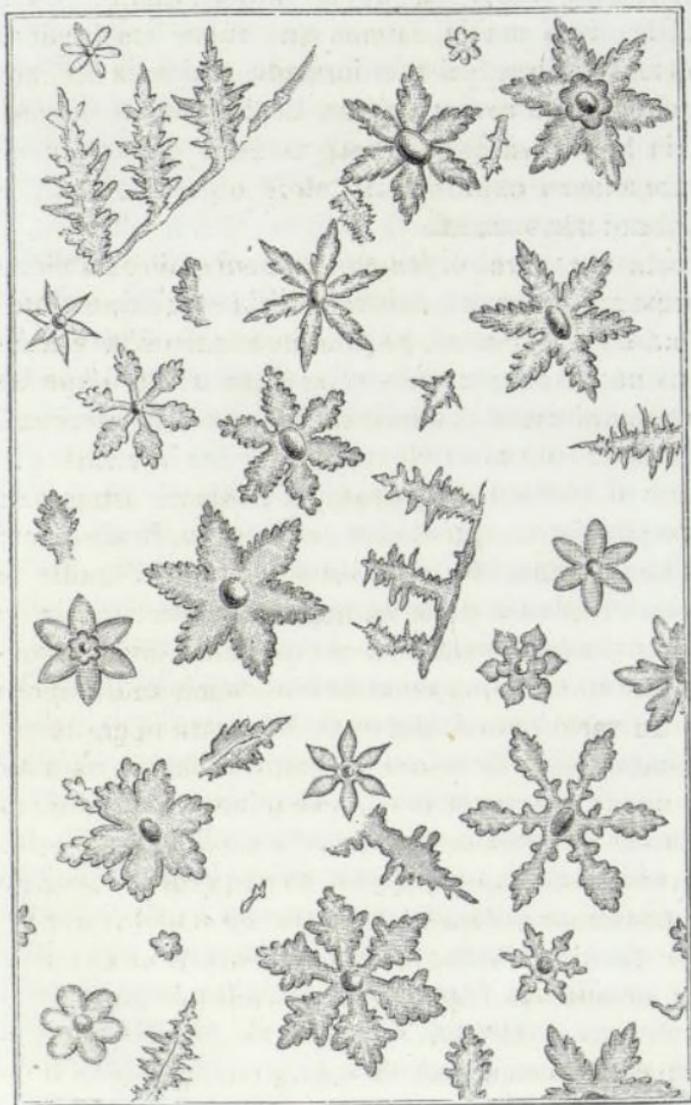
ñar este hielo? Un haz de luz solar, ó á falta suya, de luz eléctrica, servirán como hábil anatómico al que confiaré semejante operacion. Dirigiré dicho haz directamente desde la lámpara á través de esta placa de hielo trasparente. Desmembrará, por decirlo así, el edificio de hielo, trastrocando exactamente el orden de su arquitectura. La fuerza cristalizadora habia silenciosa y simétricamente levantado átomo sobre átomo; y el haz eléctrico los derribará simétrica y silenciosamente. Levanto la placa de hielo enfrente de la lámpara, y la luz pasa entónces á través de su masa. Comparad los haces luminosos al entrar y al salir: á la simple vista no existe una diferencia sensible, apenas si la intensidad de la luz ha disminuido. No sucede lo mismo con respecto al calor. Como agente térmico, el haz, ántes de su entrada, es mucho mas poderoso que despues de su emergencia. Una parte se ha detenido en el hielo y esa parte es el anatomista que queriamos poner en juego. ¿ Qué hace? Coloco un lente ante el hielo sobre la pantalla. Observad esa imágen (fig. 1) cuya belleza dista mucho del efecto real. Hé aquí una estrella: hé ahí otra, y, á medida que continúa la accion, el hielo parece resolverse cada vez mas en estrellas, todas de seis rayos y asemejándose á una hermosa flor. Haciendo ir y venir el lente pongo de manifiesto nuevas estrellas; y á medida que la accion continúa las orillas de los pétalos se cubren de dientes parecidos á los de las hojas de helecho. Probablemente muy pocas personas de las que aquí se hallan estaban iniciadas en las bellezas que encierra un pedazo de hielo. Y pensad que la pródiga

naturaleza opera así en el mundo entero. Cada átomo de la sólida corteza que cubre los helados lagos del Norte ha sido formado según la ley que acabamos de dar á conocer. La naturaleza dispone todo con armonía, y la misión de la ciencia se reduce á hacer capaces á nuestros órganos de comprender sus acordes.

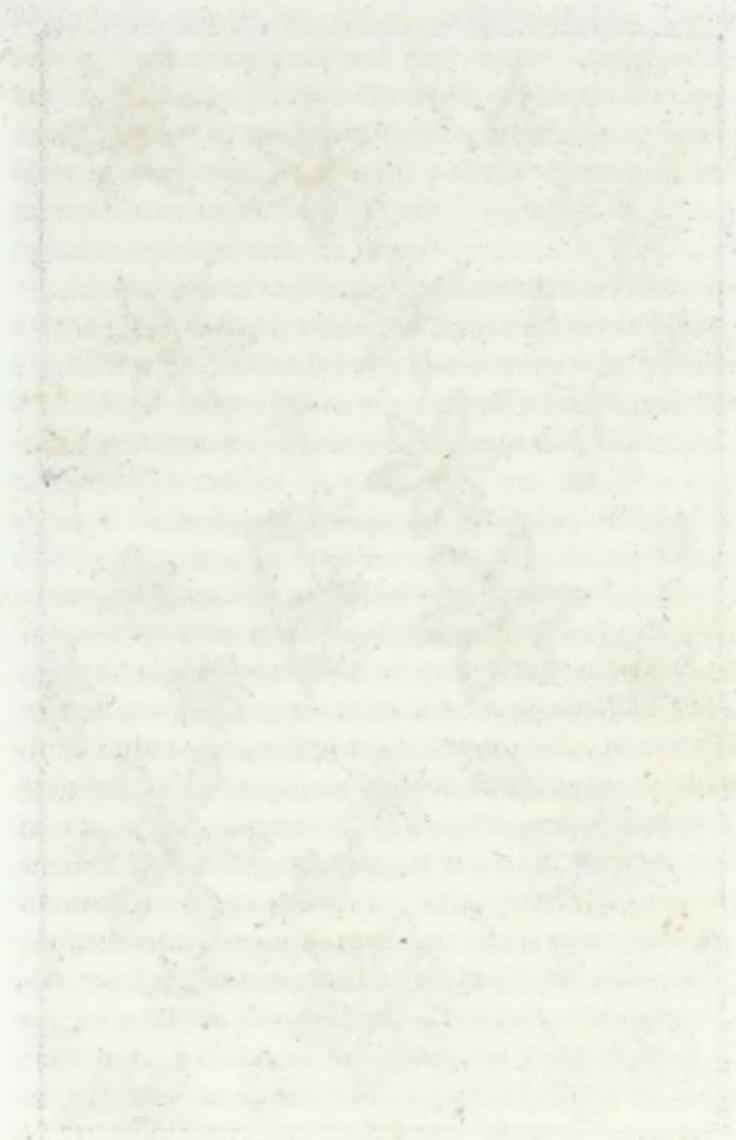
« Llamo ahora vuestra atención sobre otro punto interesante de esta experiencia. Veis esas flores alumbradas por la luz que las atraviesa; pero si las examináis haciendo que sobre ellas caiga un rayo que las mismas reflejarán y enviarán de nuevo á vuestra vista, vereis en el centro de cada una, una mancha que tiene el brillo de plata bruñida. Tentados estareis de creer que semejante mancha es una bola de aire; pero sumergiéndola en agua caliente, podeis fundir el hielo al rededor de la mancha, y en el momento en que permanezca sola, vereis que disminuye y desaparece sin ninguna señal de aire. Semejante mancha es un vacío. Examinad cuán fielmente opera la naturaleza hácia si misma y cuánto se encadena á sus propias leyes en todas sus operaciones. Sabemos que el hielo se contrae al derretirse, y aquí vemos esta contracción en el mismo hecho. El agua de las flores no puede llenar el espacio ocupado por el hielo cuya fusión las dió vida; de ahí la producción de una existencia, compañera inseparable de cada flor líquida ¹. »

El pedazo de hielo compacto cuyos elementos se hallan dotados de tan hermosas formas, es en sí un

¹ *La chaleur considérée comme un mode du mouvement*; traducción del Sr. A. Moigno.



Flores del hielo.



crystal, es decir, un cuerpo compuesto de moléculas cristalinas orientadas del mismo modo? El profesor de física inglés Brewster ha resuelto esta cuestión empleando como medio de análisis la luz modificada que llaman *luz polarizada*, muy á propósito para poner en evidencia las particularidades de la constitucion íntima de los cuerpos, por las figuras coloreadas que esta luz dibuja sobre una pantalla despues de haberlas atravesado. Todos los cristales de un eje, tales como el espató de Islandia, por ejemplo, dan una série de anillos revestidos de brillantes colores y atravesados por una cruz muy regular, enteramente negra. Como el hielo presenta las mismas figuras, tentado se está de atribuirle el mismo género de cristalización. Nótese, sin embargo, que no hablamos mas que del hielo espeso formado sobre nuestros canales y lagos. Si se tomase la primera capa que aparece en la superficie del agua, se reconoceria en ella una cristalización completamente irregular, no produciendo el haz de luz polarizada sino un mosaíco de variados colores; pero dispuestos sin órden alguno. Fácil es por otra parte dar cuenta de la formacion de esa capa. Las partes de la masa fluida que se hallan en contácto con el aire son las primeras en helarse; pero cada molécula de hielo abandona algo de calor al agua próxima, que de ahí se calienta un poco, resultando de ello una congelacion parcial. La superficie observada entónces presenta un sin número de finas agujas cruzadas en todos sentidos y formando como una red de hielo cuyas mallas se llenan poco á poco. Cuando la red se ha cambiado en

plancha continua, las pérdidas de calórico disminuyen de mas en mas por esa cubierta, á medida que se debilita; pero el desarrollo del hielo siempre tiene lugar por largas agujas entrelazadas, como puede verse levantando un pedazo y examinando su relieve interior.

En los países frios la escarcha reviste frecuentemente los cristales de las habitaciones de dibujos admirables. Una cristalización análoga á la que acabamos de describir hace aparecer en ellos palmas y helechos de hielo de ramos dentados delicadamente que se cruzan y confunden como en una selva.

Ventisqueros naturales.

En las regiones montañosas encuéntrase grutas ó cavernas dispuestas de tal modo, que el aire permanece allí estancado y á una temperatura baja. Penetrando el agua lentamente, y algunas veces gota á gota por las grietas de la bóveda, se congela y forma un cúmulo de hielo que raramente se somete á un deshielo parcial. Varios de esos montones constituyen una preciosa provision en verano, presentando ademas algunas veces, por la disposicion de las concreciones y cristalizaciones, una admirable decoracion. Citaremos la descripcion del ventisquero natural de Fonteurle, situado en el departamento de Drôme, al norte de Die y sobre la orilla de una meseta elevada á mas de 1,700 metros sobre el nivel del mar. La caverna que la contiene no mide sino 60 metros de largo; pero como el suelo se inclina considerablemente hácia el norte, se presume

que por aquel lado comunica con otras cavernas de la misma montaña. A lo largo de las paredes de la gruta, estalactitas calcáreas suspendidas á la bóveda van á unirse con el suelo bajo forma de ropajes bordados ó plegados. El medio del subterráneo lo ocupa una masa de hielo inclinada, compuesta de cristales pequeños en forma de hexaedros ó prismas de seis faces, límpidas como el cristal de roca. A ese helado estanque descenden, desde la alto de la gruta, estalactitas huecas, igualmente de hielo diáfano y cristalizado bajo forma de prismas pequeños: así, el interior de la gruta parece ser completamente de cristal, mientras que las paredes se ven decoradas de esculturas naturales de alabastro.

« Para gozar de toda la belleza de este espectáculo es preciso alumbrar el interior de algunos de los pilares de hielo, como hizo una sociedad de viajeros que visitó el ventisquero en 1805. Entónces todo centellea y refleja los mas brillantes colores de la luz: creeriase uno trasportado en medio de un palacio de brillantes, rubíes y topacios, como en los cuentos árabes.

» Sensible es, para los curiosos que visitan el ventisquero de Fonteurle, que los habitantes del país conozcan la utilidad de este depósito de hielo natural pues le explotan en verano sin que les cueste nada. Los que primero han penetrado en la gruta han gozado de un espectáculo preparado en su favor durante siglos enteros, y del que al presente solo se ven los despojos ¹. »

¹ Depping, *Merveilles et beautés de la France*.

En los *Annales des Mines* ¹, M. Héricart de Thury habla de una visita que hizo á aquel ventisquero. Halló completamente vacías las grandes estalactitas, formando géodas ² y tapizadas en el interior de hermosas agujas cristalizadas. Un exámen atente hízole descubrir que no todos aquellos cristales estaban formados por prismas hexaedros : observó tambien prismas triangulares. En algunas muestras de prismas hexaedros que median hasta 0^m 005 de diámetro, las aristas terminales, en la juntura de la base y de las caras laterales del prisma, veíanse reemplazadas por facetas : en punto alguno pudo descubrir pirámide completa.

MM. Pictet y Colladon, naturalistas de Ginebra, dan detalles análogos sobre los ventisqueros situados en el Jura. El de San Jorge, elevado á 850 metros sobre el lago de Ginebra, presentaba á fines de julio de 1822 una superficie helada de 25 metros de largo, por una anchura media de 13 metros. Todas las grutas que aquellos naturalistas visitaron estaban dispuestas de modo que impedían la renovacion del aire, circunstancia que explica la extrema lentitud con que se derriten las grandes masas de hielo que se forman durante los inviernos rigurosos. El aire frio, por su mayor pesantez relativamente al aire caliente, se mantiene en las cavidades donde no puede establecerse ninguna corriente, y en donde la tierra, tan mala conductora del calor, no deja absolutamente penetrar. La temperatura que se

¹ Tomo XXXIII.

² Piedras redondas y huecas, *N. del T.*

observa en el interior de los ventisqueros naturales durante los meses mas calurosos del año es de 1° solamente, y seria preciso varios veranos para derretir el hielo acumulado, aun en el caso en que cada invierno no se formara de nuevo.

Hielo atmosférico.

Las flores de seis pétalos, bajo la impresion de un rayo de sol ó de luz eléctrica, que nacen expon-táneamente en un pedazo de hielo, se encuentran en el copo de nieve sometido á la observacion micros-cópica.

En el seno del aire plácido de las altas regiones de la atmósfera, las moléculas acuosas forman las figuras mas elegantes y variadas, bien que construi-das exactamente con el mismo tipo. Son siempre estrellas hexágonas (fig. 2). De un núcleo central parten seis agujas, formando cada dos ángulos de 60 grados y siendo dentadas hasta en el punto en-que se forma el ángulo. Termínanse frecuentemente estas agujas por centros secundarios, rodeados igual-mente de nexágonos regulares. Las combinaciones de estos elementos geométricos son innumerables y dependen de la intensidad del frio durante la forma-cion de la nieve. La mas completa variedad se ma-nifiesta en las regiones polares, donde el navegante inglés Scoresby ha dibujado mas de doscientas figuras completamente diferentes. Su forma varía algunas veces de uno á otro chaparron de nieve. A medida que baja la temperatura, la cristalizacion se hace mas complicada, sin que deje por eso de

presentar una regularidad perfecta. En los grandes fríos y bajo un cielo sereno, esas flores de nieve



Flores de la nieve.

esparcen un lucido brillo al reflejar los rayos del sol sobre sus mil chispeantes facetas.

Quando la nieve se extiende en nuestros campos, forma una capa de eficacia admirable para proteger las semillas que se confían á la tierra de la accion

de un frío demasiado vivo. Obsérvase también en las montañas una activa vegetación bajo la nieve. Los rayos del sol que hieren una elevada cúspide han perdido mucha menos fuerza por la absorción de la atmósfera que los que descienden hasta el llano; calientan más el suelo en el que se propagan seguidamente al fundirse las capas heladas que le tocan. Frecuentemente el viajero que posa el pie en la orilla de un campo de nieve, rompe la corteza superficial y ve aparecer hermosas flores alpestres, que el calor hace abrir bajo el pabellón que las protege de los fríos accidentales que acompañan siempre á los malos tiempos en las elevadas montañas. Por otra parte, la nieve puede producir por su peso efectos muy perjudiciales sobre los vegetales. En el mediodía de Francia hemos visto romperse grandes pinos bajo la espesa capa de nieve de que había cargado sus ramas una repentina borrasca.

La nieve aparece también en la atmósfera bajo forma de granizo y precede ó acompaña á las lluvias de las tempestades. Tan luego como la dimensión de los glóbulos que la componen deja de ser muy pequeña, se convierte en una plaga temible para la agricultura, amenazando muchas veces hasta la vida del hombre y de los animales mayores. Testimonios incontestables establecen que en diversos puntos han caído pedriscos que pesaban más de un cuarto de kilogramo. En general tales pedriscos son esféricos ó en forma de lenteja, siendo muy rara la forma angular. En el centro de estos pedriscos se ve ordinariamente colocado un núcleo de nieve espon-

josa, y al rededor del centro se distingue una masa ó ménos espesa de hielo diáfano, y algunas veces capas alternativamente diáfanas ú opacas. La estructura de rayos parece completamente excepcional.

Rehielo y moldaje del hielo.

Faraday, profesor de física inglés, ha llamado la atención hace algunos años, acerca de una experiencia curiosa. Habiendo dividido en dos un pedazo de hielo, aproximó los fragmentos en el instante en que se operaba la fusión en la superficie é inmediatamente se soldaron. Este efecto, que se produce aun en el agua caliente, puede explicarse así. Mientras se eleva la temperatura del agua las moléculas de la superficie son las primeras que se vuelven líquidas, despues gaseosas: estando colocadas fuera de la acción coercitiva de las moléculas circundadoras, fácilmente se hallan libres: por el contrario, trasportadas al centro de la masa se encuentran enteramente bajo la influencia de dicha acción, que determina una nueva solidéz, es decir, segun la palabra adoptada, un REHELO. De ahí se explica como pueden darse, por la simple presión, formas muy variadas á un pedazo de hielo. Colocando una barra recta en los moldes encorvados, cada vez mas es fácil hacer que se convierta en un anillo y aun en un nudo. El hielo se rompe en todos los moldes, pero, si se continúa la presión, las superficies de los pedazos llegan á ponerse en contacto y se adhieren de modo que restablecen la

continuidad de la masa. Una pelota hecha comprimiendo con las manos la nieve húmeda, no tarda en convertirse en una esfera de hielo que se modela fácilmente en una copa, ó cualquiera otra figura pequeña.

M. Tyndall cita un notable ejemplo de rehielo que observó en los primeros días de primavera. Sobre el cielo de cristal de un invernadero pequeño habia caído una capa de nieve de 1 á 2 pulgadas de espesor, y el aire interior, al calentar los vidrios deritió la nieve que se hallaba en contacto inmediato con ellos. Toda la capa habia resbalado sobre el bastidor ó armazon y pasado mas allá del canto del techo sin caer, plegándose progresivamente como un cuerpo flexible.

Segun dicho profesor, la travesia de los puentes de nieve por el solo hecho del rehielo, viene á ser posible en las regiones superiores de Suiza. « Subiendo y caminando con precaucion sobre la masa, dice, se determina el rehielo de los granos de nieve: esa masa toma entónces una rigidez que nunca hubiera logrado sin el acto de la congelacion. A aquellos que no están familiarizados con ese género de trabajo debe parecer completamente horroroso el hecho de salvar por puentes de nieve, como sucede con frecuencia, grietas de 30 y mas metros de profundidad. »

Hielo congelado.

Compónense los campos de nieve que se hallan en la cúspide de todos los ventisqueros de nieve crista-

lizada, cuya débil arquitectura se conserva mientras que permanece seca; pero sufre una grave transformación cuando el sol, al derretir las capas superficiales, hace que el agua penetre en el fondo. Al congelarse el líquido de nuevo durante la noche, hace pasar la nieve al estado de *nevé*, nombre que los físicos suizos han dado á una masa granujosa compuesta de pequeños copos redondeados, desagregados aun, pero mas adherentes que los copos y cuya densidad ocupa el término medio entre la de la nieve y la del hielo. Bajo la presión de las nuevas capas, y por las infiltraciones del agua, el *nevé* se suelda y convierte en un hielo cada vez mas compacto, que concluye por parecerse enteramente al que hallamos en los estanques de las llanuras. M. A. Bertin, físico distinguido, ha estudiado recientemente en los Alpes esas variaciones de la constitucion de los ventisqueros, merced á la luz polarizada, y ha reconocido en efecto que tendian sin cesar hácia el estado de cristalización que constituye el hielo perfecto. En las altas regiones, en el Faulhorn y en el Wetterhorn, la orientación de las moléculas le parecia nula: apenas si era sensible en un ventisquero muy nuevo como el superior de Grindelwald; pero si el hielo habia tenido tiempo de avejentarse, como en el ventisquero inferior, la masa de agua congelada en el interior adquiria preponderancia y la orientación de los cristales era manifiesta.

Ramond, uno de los primeros exploradores de los Alpes, ha explicado este fenómeno en las notas que acompañan á su traduccion de las *Lettres*

sur la Suisse, por W. Coxe, del modo siguiente :

« Las mas elevadas montañas, dice, aquellas á que particularmente se ha afectado el nombre de *ventisqueros*, son absolutamente inabordables; pero el ojo experto distingue en la deslumbrante blancura de su corteza ese *mate* que caracteriza la nieve. Con efecto, no cae del cielo sino nieve, y la que se adhiere á las elevadas cúspides, no pudiendo jamas experimentar un verdadero deshielo, debe permanecer bajo esa forma ó solamente cubrirse con un ligero barniz de hielo imperfecto, producido por la aglomeracion de las partes de la superficie mas expuestas al sol. Esa resplandeciente corteza ha engañado á algunos observadores sobre la naturaleza de la revestidura de esos montes. Todas las partes de ella se desprenden muy fácilmente, y caen con frecuencia hechas polvo glacial al fondo de los vecinos valles. Hé ahí el primer estado de las nieves superiores y el primer paso que dan hácia los valles inferiores.

» Directamente bajo estos montes, y en el receptáculo elevado que recibí á la vez los despojos y las nieves de la atmósfera, la temperatura es ménos glacial, el sol tiene algun imperio, y algunos dias de deshielo suspenden el rigor del invierno : allí hállanse mas condensadas, mas adherentes, si contienen el pié no por eso dejan de conservar la huella. Hé ahí el inmenso receptáculo donde se alimentan los ventisqueros. Una infinidad de ramales circulan en todas direcciones á lo largo de los escarpados valles que buscan las llanuras. Sus nieves, trabajadas en el receptáculo superior, y adquiriendo

mayor solidez, son á propósito para sostener la prueba á que puede someterlas una region un poco mas templada. El segundo paso está dado.

» En su nueva residencia las nieves están expuestas á deshielos de mayor duracion, pero que no por eso son ménos ásperos: su masa se penetra cada vez mas del agua que produce la disolucion de algunas de sus partes, y así que está embebida sorpréndela el frio y trasforma el todo en un semihielo que ya tiene cierta trasparencia, y aquí es donde nace el ventisquero.

» Pero aun no ha acabado el trabajo, aunque tiende rápidamente á su perfeccion. Cada toesa de disminucion hácia la region inferior da á las nieves un grado mas de consistencia y trasparencia, y bien pronto el ventisquero enteramente metamorfoseado, no conserva absolutamente nada que haga recordar su origen.

» No obstante, si se echa una atenta mirada sobre la parte en que es mas completa la trasformacion, es decir, al pié del ventisquero, se reconocerá que todavía no forma un todo homogéneo, y que está compuesto de dos hielos diferentes. La que forma su capa inferior mas compacta y de mayor trasparencia es de una dureza que sobrepuja á la de nuestros mas perfectos hielos: por otra parte se le parece en todo, y cuando se la golpea ligeramente salta en astillas angulares, terminadas por superficies planas; pero la que compone los fragmentos irregulares de que está erizada la superficie superior, mas blanca y mas ligera al mismo tiempo que ménos sólida, se divide solamente en fragmentos globulosos, que no

són en sí sino una agregacion de partes semejantes. El hielo inferior es, pues, el producto del agua regularmente cristalizada, mientras que esta no es sino una nieve cuyas partículas se hallan aglutinadas por la continuacion de heladas y deshielos. »

Los hielos inferiores, los que se observan en el interior de las grietas son los que tienen el hermoso tinte azul tan admirado de los viajeros. « Entre estos hielos, dice el eminente naturalista que acabamos de citar, nótanse algunos cuyo color es un azul mas oscuro, y que sobrepujan con mucho en dureza, pesantez é indisolubilidad á los mas sólidos hielos que conocemos. Semejantes propiedades son una continuacion de su antigüedad y de la sucesion no interrumpida de disolucion y congelacion que experimentan. Sus partes se han reunido poco á poco : han arrojado ó disuelto todas las partículas de aire extraño que turbaban su transparencia y disminuian su adhesion, y quedando entónces sin mezcla han adquirido ese color azul, que es el mismo que el del aire y el del agua cuando están en masa y no tienen otro fluido en detencion. »

Estratificacion y estructura vetada del hielo. — Seraces.

El hielo congelado presenta aun otras particularidades curiosas. Cada abundante caída de nieve sobre la cuspide de las montañas forma una capa que fácilmente se distingue de las capas precedentes que han pasado ya de ordinario al estado de nevé. Esta stratificacion se hace mas aparente

cuando la blancura de la superficie ha sido empañada por el polvo que los vientos han llevado allí. Percíbesela aun en el hielo ; pero allí fuerza es distinguirle de otro fenómeno cuya causa es diferente y que por largo tiempo se ha confundido con él, la estructura vetada.

En los pasajes donde por un accidente los hielos están cortados en sentido casi vertical, se distingue sobre el corte una série de vetas paralelas formadas de un hermoso hielo azul muy transparente, en medio de la masa general que ha permanecido blanca y un poco opaca.

El número de vetas y la intensidad de su color varían de ventisquero á ventisquero y aun de una á otra parte del mismo. Presentan sobre todo un aspecto admirable cuando se las ve en las grietas recientemente abiertas y sobre las paredes de los canales excavados en el hielo por arroyuelos que resultan de la fusion superficial. Algunos ventisqueros, el del Ródano, por ejemplo, presentan esa estructura vetada en casi toda su extension. Cuando un corte vertical expone el conjunto de las vetas al aire y la lluvia, la parte ménos densa desaparece ántes del hielo azul que permanece á la sazón en hojas separadas. Si se examina cuidadosamente este último, nótese la ausencia, ó por lo ménos, la suma rareza de burbujas de aire, mientras que el hielo blanquecino encierra una gran cantidad de ellas.

M. Tyndall ha conseguido explicar la formacion de las vetas, por un medio que parece bastante indirecto á primera nota. En una excursion á los pizarrales del pais de Gales, tuvo ocasion de estu-

diar el *clivage*¹ de las rocas que les componen, es decir, su facultad de dividirse naturalmente, propiedad comun á todos los cristales. La esquita pizarreña sepárase fácilmente en hojas, y cuando se reconocen diversas canteras se ve que todos los planos de rotura son paralelos en cada una de ellas. Esta circunstancia habia dado desde luego á los naturalistas la idea de considerar las pizarras como produccion de la estratificacion de depósitos sucesivos. Pero M. Tyndall no pudo admitir semejante explicacion al ver los fósiles microscópicos que encerraban constantemente diformes y aplastados en direccion del plano de rotura mientras que no hubiera debido alcanzarles una alteracion tan grande en las capas superiores al fondo de un líquido. De lo cual sacó en consecuencia que semejantes esquitas debian haberse hallado sometidas á una presion considerable, y además que dicha presion no ha podido ejercerse sino en ángulo recto con el plano de separacion de las hojas. Múltiples experiencias le demostraron en seguida que muchos cuerpos comprimidos enérgicamente presentaban en su estructura una laminacion muy pronunciada y frecuentemente vetas de gran hermosura. Estudió el hierro bajo el mortero ó pasado por el laminador: la tierra arcillosa, la cera fueron sometidas á la prensa hidráulica. Por todas partes apareció la rotura, y semejante fenómeno puede mirarse como debiendo producirse constantemente por la presion en todos los cuerpos cuya estructura

¹ Del aleman *kieben*, hendir madera. Rotura.

interiores irregular. Lo mismo sucede con el hielo congelado, de cuyo seno se ven expulsadas poco á poco las burbujas de aire accarreadas por la nieve. Blanco en un principio, se ve revestido en las capas paralelas correspondientes á los planos de rotura, de las hermosísimas tintas azules que caracterizan la estructura vetada. No debe atribuírsela á la estratificación, y la prueba es que los parajes en que esta es aparente, sobre el ventisquero de Aletsch, por ejemplo, visitado por M. Tyndall, ha dado lugar á una serie de líneas horizontales, mientras que las vetas paralelas que se extienden en las mismas masas de hielo, todas se hallan inclinadas de unos 60 grados próximamente.

La tendencia á la rotura de los hielos compactos parece poder explicar la forma regular de los residuos mas ó ménos voluminosos de que se hallan cubiertas algunas partes de los ventisqueros. Con mayor frecuencia son cubos ó paralelepípedos rectángulos. Las gentes de la montaña les llaman *seraces*, á causa de su semejanza con los quesos que llevan este nombre y que fabrican en moldes rectangulares. Durante su ascension al monte Blanco, M. de Saussure tuvo que atravesar un espacio bastante extenso, cubierto de esos seraces que se habian desprendido de un ventisquero vecino. Algunos median 4 metros en todas direcciones. Otros viajeros han encontrado enormes cubos de 56 metros por lado, y tan regulares como si se les hubiera tallado á la mano.

En las costras de hielo que cubren los lagos, la huella de las capas formadas durante las heladas sucesivas se conserva algunas veces muy distinta-

mente cuando han tenido lugar estas heladas durante un período de perfecta tranquilidad. Arago cita el siguiente ejemplo¹: Al retirar, dice, en el invierno de 1821, grandes masas de hielo de los lagos situados cerca de New-Haven (América del Norte), nótese en grande pedazos de un espesor de 0^m,38, veinte y una capas distintas, cortadas con tanta precision como las bandas de ágata ó de jaspe, ó los redondeles concéntricos del tronco de un árbol. Hacia la parte alta, el espesor de las capas variaba entre 0^m,025 y 0^m,037: en la parte baja y en la proximidad al agua, no tenian sino 0^m,012 ó 0^m,018. La disminucion de espesor, sin ser uniforme, no dejaba duda alguna. Si se comparan los espesores extremos, considerando que el frio en vez de disminuir durante esa formacion sucesiva, iba en aumento, se adquiere la evidencia que esas diferencias de espesor han consistido: 1º en que la facultad conductriz del hielo por el calor es muy pequeña; y 2º en la circunstancia de que el hielo no se formaba de un modo continuo bajo la primera capa, sino solamente en los momentos mas frios de la noche. Las capas eran mas transparentes en sentido de su longitud que en la direccion vertical. En la juntura de las dos capas vecinas, habia, y fácil es hallar la razon, una porcion de burbujas de aire.

Hielo del fondo.

La congelacion de los lagos y estanquesse efectúa, como ya hemos indicado, del exterior al interior.

¹ *Annuaire du Bureau des longitudes* 1833.

Lo primero que se hiela es la superficie superior, y el espesor de la capa sólida aumenta en seguida yendo de arriba á abajo. Los físicos creían que sucedía lo mismo con las aguas vivas, en cuyo fondo les parecía imposible la formación del hielo. Esta opinion estaba muy generalizada : los molineros, pescadores y bateleros sostenían que los carámbanos que invaden los rios en invierno provenían siempre del fondo, y los marineros alemanes hasta señalaban con un nombre especial y característico á aquellos hielos flotantes : llámáronlos *grundeis*, es decir, hielos del fondo.

Cuando se examinó de nuevo la cuestion, los sabios reconocieron que el fenómeno que parecía tan opuesto á las leyes de la propagacion del calor era real y verdadero, y que preciso era aceptar una opinion desdeñada tan largo tiempo como una preocupacion.

M. Braun, naturalista aleman, publicó en 1788 las observaciones siguientes, recogidas cerca de los pescadores del Elba : « Durante los frios dias del otoño, y mucho tiempo ántes de la aparicion del hielo en la superficie del rio, sus redes, colocadas al fondo del agua, se cubrían de tal cantidad de hielo que les era difícil retirarlas; — las mismas cestas que les servían para coger las anguilas aparecían á la superficie, arrastradas por la fuerza ascensional del hielo del fondo que las recubría : — dicho hielo levantaba tambien grandes piedras, á las que estaban sujetas las boyas por medio de cadenas, ocasionando así los mas penosos cambios de tan útiles señales. »

Arago, en su *Noticia sobre el hielo* (*Annuaire* de 1833), reasume de este modo una notabilísima observacion hecha por el botanista inglés Knight en un rio del Herefordshire, en una mañana, despues de una noche muy fria : « Ese rio, dice, contenido por una esclusa, forma un ancho receptáculo de agua estancada destinada á mover las ruedas de un molino. El agua cae por una vertiente á un canal muy estrecho, obstruido aquí y allá por puntiaguadas rocas y anchas piedras, que ocasionan remolinos y violentos giros. El rio mide poca profundidad y corre sobre un lecho de rocas. En la superficie del agua estancada del receptáculo superior, la vista descubria flotando millares de pequeñas agujas de hielo. Mas abajo, despues de la caida en el rio propiamente dicho, las piedras del fondo se hallaban cubiertas de una materia brillante, de un matiz plateado, y que, examinada de cerca, se componia de una agregacion de agujas de hielo que se cruzaban bajo toda clase de ángulos, como en la nieve. Sobre cada piedra, dicha materia ó hielo esponjoso habíase depositado mas abundantemente á lo largo de las casas situadas al lado opuesto de la corriente. No habia tomado la consistencia del hielo compacto ordinario, sino muy cerca de las orillas del lago. »

Hugi, geólogo suizo, ha visto desarrollarse en gran escala la formacion del hielo de fondo en el Aar, en Soleure. El rio, habia acarreado témpanos de hielo á principios de febrero de 1827 ; pero el 15 vióse completamente desembarazado y sus aguas volvieron á su pureza primitiva. Hallándose Hugi á

20 metros bajo el puente, notó que, en una extensión próximamente de 150 metros cuadrados, surgían continuamente del fondo del río una porción de capas de hielo. Aquellos carámbanos subían verticalmente hasta cerca de un metro sobre el agua, reclinábanse en seguida y flotaban horizontalmente. Al cabo de cierto tiempo empezaron á escasear en número, aunque aumentaron en tamaño. Algunos de ellos, en el momento de tomar la posición vertical, descansaban aun sobre el lecho del río por uno de sus lados, permaneciendo detenidos de esta suerte aun bastante tiempo. Idéntico fenómeno se reprodujo en 1829 y en el mismo mes de febrero, y Hugi vió aun por aquel entónces formarse islas de hielo en medio del río. Un día contó hasta veinte y tres, de las que las mayores contaban cerca de 33 metros de anchura. Se hallaban libres en todo su alrededor, resistían á la violencia de una rápida corriente y se extendían en un espacio de 500 metros cuadrados poco mas ó ménos. Observóse, al abordarlas, que se componían en su superficie de un hielo compacto, de 5 á 10 centímetros de espesor, y que descansaban sobre una masa en forma de cono truncado de 3 á 4 metros de altura, que se hallaba fija en el fondo del lecho del río. Todos los conos componíanse de un hielo medio derretido y casi gelatinoso, en el que se hundían fácilmente los palos, y que se volvía granujoso así que se le exponía al aire libre.

Ha tratado de buscarse una explicación de tan singulares fenómenos: y, aunque la que da Arago no es completa, según él mismo confiesa, véase

esclarecidos en ella los principales puntos. Hace notar ante todo que la accion mecánica del agua corriente da lugar á una circulacion en virtud de la cual la masa entera del líquido se halla mezclada y enfriada igualmente. Puede verse, así, arras-trada uniformemente á la temperatura de cero; pero, entónces, ¿ por qué, pues, la congelacion se opera por el fondo y no por la superficie ?

« ¿ Quién ignora, responde Arago, que, para apresurar la formacion de la cristalizacion en una disolucion salina, basta introducir en ella un cuerpo puntiagudo ó de superficie desigual y que alrededor de las asperezas de ese cuerpo los cristales se forman principalmente y reciben rápido desarrollo ? Cualquiera puede cerciorarse que sucede lo mismo con la cristalizacion del hielo pues si el vaso en que debe efectuarse la congelacion presenta una hendidura, un saliente, una solucion de continuidad cualquiera que sea, la solucion, el saliente y la hendidura, vendrán á ser como otros tantos centros á cuyo alrededor los filamentos de agua solidificada se agruparán con preferencia. Hé ahí, pues, precisamente la congelacion de los rios, que no se verifica nunca sobre el lecho mismo sino allí donde se encuentran rocas, cantos, pedazos de madera, yerbas, etc.

» En segundo lugar, el movimiento del agua, muy rápido, muy violento en la superficie, presenta allí un obstáculo al agrupamiento simétrico de las agujas, á ese arreglo sin el cual los cristales, sean de la naturaleza que quisieren, no adquieren ni regularidad de forma ni solidez. Pero el movimiento

que existe en el fondo es muy ténue, y puede suponerse que su acción contrariará solamente la formación de un hielo regular ó compacto; pero no impedirá que una porción de pequeños filamentos se liguén con el tiempo unos á otros confusamente para formar ó crear el hielo esponjoso. »

Pueden por tanto presentarse casos en que aun se forme en el fondo de las corrientes de agua un hielo duro y compacto. Hallamos citado el siguiente ejemplo en *L'Ami des sciences* ¹, por M. Felipe Breton, ingeniero de puentes y calzadas.

« Hace algunos años, dice, iba en un hermoso día de invierno, solo y á pié, desde Barême á Digue, siguiendo un mal camino, sobre la orilla derecha del Asse, donde despues se ha abierto una carretera. El camino viejo pasaba, sin el menor puente, varios torrentes, secos las tres cuartas partes del año. Pero aquel día hallé obstruido el camino por el torrente de Novante, en una anchura de 12 á 15 metros, y preciso fué descalzarme para pasarlo á vado. Así que entré en el agua, me hallé sobre un fuerte hielo pulido que no habia sospechado, y la cuesta á través del fondo me hizo resbalar hasta cerca de la mitad del torrente, donde pude permanecer en pié. En seguida, cuando quise subir hácia la otra orilla, la cuesta transversal, levantándose, me hácia resbalar hácia atrás. Me fué preciso, para poder adelantar, dejar descalzos los piés sobre el hielo hasta que se hubiesen incrustado un poco por efecto del calor vital. »

¿Por qué, en ese rápido torrente, el hielo de fondo era duro, compacto y pulido, en tanto que el que se forma en los rios mansos se muestra siempre blando, esponjoso y arrugado? Segun M. Breton, semejante diferencia puede explicarse así : el hielo se forma en el fondo por agujas ó por láminas cristalinas delgadas, incrustadas sobre las pequeñas arrugas del suelo : si se dirige á cartabon una de esas fracciones de hielo hácia la corriente ó, si principalmente, se la oblicua agua arriba, la corriente presenta mucha latitud para hacerla encorvar hácia abajo y hacerla tender de plano en el fondo, ó bien sobre las capas de hielo ya formadas. Por consecuencia, cuando esa corriente es rápida, todas las láminas deben aplicarse unas sobre otras, sin dejar entre sí ningun intersticio lleno de agua líquida aun. Si se construye una delgada aguja en la cúspide de una salida, penetra en las redes líquidas bastante poderosas para arrastrarla, cosa que no sucede en las partes mas cóncavas de la pared sólida, donde puede entónces acumularse mas prontamente el hielo, que es de donde resulta la pulidez perfecta. Por el contrario, en un rio de curso lento, la corriente no es lo bastante fuerte para aplastar rio abajo los cristales de hielo en agujas y laminares á medida que nacen en el fondo : conservan de este modo sus variadas direcciones, despues se cruzan y aprisionan entre sí agua á 0°, que, una vez que se halla cercada así, no se renueva mas y permanece líquida durante largo tiempo. De ahí la estructura esponjosa del hielo y las arrugas de su superficie.

Hielo de la superficie.

Acabamos de ver el hielo formado en el fondo de las aguas vivas mientras que toda la masa permanece aun líquida. Pero la superficie se congela tambien en breve cuando aumenta allí el frio, y sobre todo cuando la permanencia de un cielo sereno permite una gran irradiacion nocturna. Los rios empiezan á helarse á lo largo de las orillas: las dos bandas laterales de hielo ensánchanse en seguida progresivamente, acabando por unirse. La altura y velocidad de las aguas influyen mucho sobre esta congelacion superficial. Para hacer ver hasta qué punto el fenómeno depende tambien de ciertas consideraciones meteorológicas, Arago cita ¹ un ejemplo que le parecia como una anomalia muy grande. En diciembre de 1762, helóse completamente el Sena, despues de seis dias de helada cuya temperatura media era de $-3^{\circ} 9$, y sin que el mayor frio hubiera excedido $-9^{\circ} 7$; mientras que en 1748 corria aun despues de ocho dias de una temperatura media de $-4^{\circ} 5$, habiéndose elevado, en aquel intervalo, el mayor frio hasta -12° . Sin embargo, la altura de las aguas fué la misma en ambas épocas; pero en 1762 los seis dias que precedieron á la congelacion total fueron perfectamente serenos, mientras que en 1748 el cielo estaba nebuloso ó cubierto por completo. Para hacer desaparecer la contradiccion entre estas observaciones, es preciso anadir 10 ó 12° como efecto de la irradiacion del

² *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1833.

agua hácia el espacio, al frio indicado por el termómetro en 1762. La misma causa puede explicar cómo, mientras los frios excesivamente vivos que reinaron en Paris en 1709, durante los cuales hubo temperaturas de -23° , el Sena permaneció constantemente fluido en su centro.

Algunas veces el hielo de fondo existe al mismo tiempo que el hielo superficial, como Hales, físico inglés, lo ha observado en el Támesis. Notó que las dos capas se juntaban en la orilla; pero que se separaban en seguida una de otra á medida que, adelantándose en el rio, aumentaba la profundidad del agua.

Hallamos curiosos detalles acerca de esta doble congelacion en una noticia de M. Fournet, presidente de la comision hidrométrica de Lyon: « Durante el riguroso invierno de fines de 1788 y principios de 1789, M. de Rozières, ingeniero de minas, observó que el Ródano empezaba á arrastrar témpanos el 27 de diciembre en Valencia, y que se heló desde el 29 de diciembre hasta el 13 de enero. Púdose así atravesar el rio durante diez y seis dias seguidos, hecho que ningun recuerdo traia á la memoria se hubiese repetido. Además, la experiencia demostró que el rio estaba helado desde su superficie hasta el fondo: en varios puntos, la parte de su agua aun líquida debia correr entre dos especies de pilastras formadas por el hielo del fondo, las cuales servian de sosten á la extension superficial. Por mi parte he hallado algo de análogo en el lecho de la helada fuente cuyas aguas cubren por completo el suelo de la caverna de Brudoure, en el

Vercors. Caminaba sobre cabezas de estalactitas, colocadas en sentido inverso de la posición ordinaria de estas agregaciones, y los desagües se efectuaban á través de estos intervalos : solo faltaba allí la incrustación que hubiera podido servirme de piso. »

El rompimiento intempestivo de los hielos de los ríos causa frecuentemente grandes desastres. En su rápido movimiento, esas masas conmueven y arrastran puentes, derriban edificios, y, obstruyendo estrechos pasos, dan lugar á terribles inundaciones. En tales circunstancias, es importante poder disminuir el volúmen de los témpanos : cosa que se consigue haciendo reventar por debajo granadas artificiales. Empléase el mismo medio cuando se quiere hacer pedazos la corteza de los ríos para proveerse de hielo.

El hielo ha servido algunas veces y aun sirve para construir edificios originales. Durante el invierno de 1740, se construyó en San Petersburgo un palacio con grandes témpanos del Newa, de los que algunos median 52 piés de largo por 20 de alto. Tallaron además cuatro grandes pedazos de hielo en forma de cañon, cuyas piezas arrojaron balas de hierro sin que se reventaran ó derritieran.

Los Esquimales pasan el invierno en las chozas hechas con pedazos de nieve endurecida. Esas chozas tienen la forma de una cúpula circular cuyo diámetro mide poco mas de 3 metros. En general basta un día para elevar esas construcciones.

Observemos aun que ha habido físicos que han hecho con el hielo lentes vi-convexas, que, lo mismo que los de cristal, concentran los rayos del sol y

prenden fuego á las materias combustibles expuestas en su foco. Por último, en países muy frios, por ejemplo en Siberia, sírvense algunas veces de láminas de hielo á guisade vidrios.



Chozas de nieve.

Hoy dia la industria emplea el hielo bien para prevenir ó impedir la fermentacion, ya para provocar las cristalizaciones, como se ha hecho recientemente con objeto de extraer la sal llamada sulfato de sosa de las aguas madres de las salinas de la Camarga. Empléase entónces el hielo artificial utilizando la propiedad de los líquidos de pasar al estado de gases á expensas del calor de las cuerpos que le rodean. El ingenioso aparato debido á M. Carré, está basado en este principio. El único gasto es el de una pequeña cantidad de combustible. Débese, pues, esperar una extension muy grande de esta fabricacion y el empleo mas general del hielo, sea como agente industrial ó bien como objeto de consumo.

Comercio de hielo en los Estados-Unidos

Los americanos de los Estados del Norte han reconocido desde hace mucho tiempo las ventajas que podrian sacar del uso del hielo en las necesidades cotidianas de la vida, y desde el año 1792, unos arrendadores de Maryland hicieron construir pequeños ventisqueros para la conservacion de los géneros alimenticios. Desde aquella época, el empleo del hielo se extendió rápidamente en todos los grandes centros de poblacion de los Estados del Norte y del Centro. Construyéronse vastos establecimientos para recibir las provisiones anuales, y, en 1805, un negociante de Boston, Mr. Federico Tudor, emprendió el transporte por mar de cargamentos de hielo en los puntos intertropicales. Sus primeros ensayos hallaron dificultades á causa de la guerra, que redujo las exportaciones á la Martinica y á la Jamaica. Al restablecerse la paz, en 1815, extendiéronse á la Habana, Cuba, Nueva Orleans, y en 1833 dirigióse una primera expedicion hácia las Indias orientales, á Calcuta y hasta Madrás y Bombay.

Hoy dia la empresa es de primera importancia : ocúpanse en el transporte del hielo numerosas compañías y un crecido número de buques. En Calcuta se ha construido para recibirlo un inmenso edificio donde se vende en detalle. Ese singular almacén tiene triples muros, cinco techos diferentes : cobija próximamente 30 áreas y puede contener mas de 30,000 toneladas de hielo. Desde 1852 el comercio de exportacion ha tomado un gran

vuelo y se ha extendido hasta la China, la América del Sur, la Australia, la Europa, siendo Lóndres un punto de salida importante para el hielo americano. En 1859 la cifra total de las exportaciones se elevó á 129,403 toneladas.

El hielo que se expide de América se saca principalmente de diferentes estanques situados sobre un terreno elevado, á 18 millas de Boston, adonde se trasporta por el ferro-carril. — « La cosecha del hielo se hace en diciembre y enero. En esta época puede estimarse cuál será el producto de los lagos y de los estanques. Los que se ocupan en semejante industria no necesitan, como los agricultores, sembrar para recoger frutos: les basta con esperar tranquilamente el trabajo de la naturaleza, á la que ayudan alguna vez, practicando agujeros en la superficie helada de los lagos, á fin de que el agua se extienda por encima y el espesor del hielo se aumente. Tambien se saca la nieve de tiempo en tiempo, pues es perjudicial. Aparte de estos trabajos preparatorios, no hay nada mas que hacer sino esperar el momento de la recoleccion de esta cosecha helada.

» Cuando el hielo está á propósito para ser cortado, es decir, que ha llegado á nueve ó veinte pulgadas de espesor, segun deba consumirse en el pais ó exportarse, el propietario del estanque hace ante todo quitar la capa de nieve con una máquina de madera, arrastrada por un caballo. Acabada esta operacion, se quita la nieve helada, de la que no podria sacarse ningun partido, con una máquina de hierro, armada de un instrumento cortante de acero

templado. Esta máquina, que es una especie de raspadera, permite extraer varias pulgadas de nieve helada.

» La tercera operacion consiste en dividir el hielo en partes cuadradas de cuatro ó cinco piés de lado, merced á un instrumento cortante puesto sobre una máquina arrastrada por un caballo, y gobernándose poco mas ó ménos como un arado. Se pasa en seguida, por los surcos que han sido trazados, otro instrumento adaptado á una máquina igualmente arrastrada por caballos, con la que se corta profundamente el hielo, aunque no de modo que se le divida por completo: no falta mas que separar los pedazos con una sierra á mano, para que puedan flotar libremente por los canales practicados en la superficie del estanque, á fin de conducir la cosecha á la orilla.

» Desde la orilla se conduce el hielo en carretas, ó, lo que es preferible, colócasele pedazo por pedazo sobre un plano inclinado, donde se le sube por una máquina de vapor hasta cierta altura. Desde allí se le dirige por medio del brazo del hombre hasta la puerta del depósito, por un plano inclinado en sentido contrario y ménos rápido, que se acuerda con el primero. Empléase una máquina de vapor para estivar los pedazos en el depósito, y ese trabajo se hace lo mismo de noche que de dia, cuando el tiempo lo permite ¹.

No bajan de 300,000 toneladas la cantidad de hielo que se estima pueden almacenar los depósitos

¹ Extractado del *Merchant's and commercial Review*. Agosto 1858.

de Boston. En los alrededores de Nueva York, se cosecha anualmente de 280 á 300 mil toneladas, que se consumen casi enteramente en la ciudad y las localidades vecinas.

Ya recordarán nuestros lectores la historia del mammoth antidiluviano que se descubrió por el derrumbamiento de un terreno sobre la márgen del Lena, y cuyo cuerpo, envuelto en el hielo, estaba en un estado perfecto de conservacion. Pusiéronse en seguida unos osos á devorar aquellas carnes contemporáneas del diluvio, y los observadores, advertidos por los cazadores yakouts, no pudieron recoger sino lo que escapó á la voracidad de los carnívoros. La propiedad que el hielo posee, de preservar de la putrefaccion los cuerpos orgánicos, se ha observado hace mucho tiempo por todos los pueblos que habitan la zona boreal, y los americanos, utilizando tambien el hielo como medio ordinario de conservar los productos alimenticios, han hecho de él un objeto de consumo usual cuya importancia va en aumento. Existen hoy en América gran número de aparatos refrigeratorios de todos tamaños y dibujos. Vamos á dar segun la interesante otra ¹ de donde sacamos estos curiosos detalles, la descripcion del que generalmente se emplea en las familias : consiste en una especie de cofre rectángulo de madera y cuyas paredes tienen tres pulgadas de espesor revestidas interiormente de una capa de zinc. Suele estar dividido generalmente en dos partes, una para meter

¹ *Etude sur l'industrie hui-trière des États-Unis*, por M. P. de Broca, teniente de navio, director del movimiento del puerto del Havre.

el hielo y otra para depositar los alimentos que se quieren conservar durante los calores del verano. Si el hielo se hallare en contacto inmediato con estos alimentos, leche, manteca, carne, pescado, etc., les arrebataria parte de su sabor, sobre todo si hubiese un principio de fusion: pero se previene este inconveniente sometiéndoles solamente al frio que el hielo produce.



Aparato refrigerante.

Empléase una gran cantidad de hielo en los mercados, para conservar el pescado, los crustáceos, los moluscos destinados al consumo de los habitantes del litoral, y para expedir provisiones á las ciudades del interior. A bordo de los buques de pesca, este proceder, usado desde hace algunos siglos por los chinos, y, en Europa, por los pescadores sardos, toscanos y napolitanos, ha producido,

gracias á instalaciones inteligentes, muy importantes resultados. Bastará decir que los pescadores americanos hacen que sus productos lleguen á los mercados en estado de perfecta conservacion, por mas que los tengan á bordo mas de diez dias. Gracias á los buques viveros, á los buques provistos de una nevera, y á los buques mixtos que tienen á la vez una nevera y un vivero, llegan á los puertos cargamentos de pescados frescos y de pescados y crustáceos vivos, vendiéndose á las poblaciones á precios moderados. El empleo del hielo, como lo hace observar muy justamente M. de Broca, ha producido de ese modo una verdadera revolucion en la alimentacion pública, y contribuido á resolver un problema capital, el de la vida economicamente.

Desde hace algunos años, la Noruega, siguiendo las huellas de América, expide cargamentos de hielo á diferentes puntos de Europa, y nosotros podriamos ciertamente sacar de esa fuente un abastecimiento nada caro, que nos permitiria adoptar los procedimientos de conservacion adoptados en América, y obtener los mismos importantes resultados. Pero no debemos olvidar que estos resultados no se deben solamente á procederes ingeniosos, y á favorables condiciones geográficas. Proviene aun, como lo dice perfectamente M. de Broca, del mismo espíritu de las poblaciones que de él gozan.

«... La costumbre y el amor al trabajo constituyen el carácter distintivo del pueblo americano, y todas sus facultades se dirigen hácia los conocimientos útiles y aplicables. Su razon no se deja turbar por nada imaginario; y ha comprendido, alentada

por esto, sin duda, por los legisladores y las claras inteligencias del país, que era preciso ante todo asegurar á las masas una subsistencia fácil. Podemos convencernos de esto viendo converger hácia los grandes puntos los productos alimenticios á un precio talmente bajo, relativamente á la elevacion de los salarios, que la caza, la monteria, el pescado, la carne, las legumbres, las frutas, etc., todo lo que constituye en fin el lujo de la mesa, está al alcance de la mayor parte de la poblacion. Los ferro-carriles ayudan poderosamente á este resultado, habiendo sabido comprender las compañías, poniendo al abrigo los intereses de los accionistas en una justa medida, que tenian que llenar á la faz de la nacion un imperioso deber : el de facilitar por tarifas moderadas el abastecimiento de las ciudades. En lo que concierne especialmente la industria de la pesca, le es posible á los Estados Unidos enviar, por gran velocidad, á las localidades del interior, los moluscos, los pescados frescos, sin tener que pagar precios de transporte que absorben, como sucede en Francia, el mayor de los beneficios de los pescadores, y aumentan la carestía de los productos. No olvidemos que el valor moral de un pueblo y la dignidad de su carácter son las consecuencias de la vida económica, que le pone al abrigo de las corrupciones de la pobreza. »

Otras causas intervienen sin duda en el progreso moral de las sociedades; pero con razon M. de Broca ve en la miseria uno de los peores obstáculos para este progreso : « El miserable es un siervo, » ha dicho con verdad M. Michelet.

LOS VENTISQUEROS.

Ley de circulacion. — Progresion de los ventisqueros. — Las *moraines*. — Rocas anilladas. — Hotel de los neuchateleses. — Analogia de los ventisqueros y de los rios. — Utilidad de los ventisqueros. — Adelanto y retirada de los ventisqueros. — Ablacion. — Las grietas. — Mesas y molinos. — Bandas parabólicas. — Distribucion geográfica de los ventisqueros. — Ventisqueros de Marte.

Ley de circulacion.

Entre las nieves que caen todos los inviernos en las altas regiones del globo, y las que cada verano hace desaparecer de los mismos puntos, la compensacion no es perfecta, y queda siempre un residuo. La nieve que cae en invierno no se derrite por completo en la hermosa estacion sino debajo del límite llamado línea de nieves perpétuas. Si el exceso anual de que se carga cada montaña se acumulase allí durante un largo período, deberian verse por todas partes inmensas capas de hielo elevándose á la altura extrema á que pueden llegar en la atmósfera los meteoros acuosos.

Uno de nuestros mas movibles elementos se veria detenido así en un perpétuo cautiverio.

« Es bien evidente que nada parecido ha sucedido en la naturaleza, dice un sabio obispo de Saboya, Monseñor Rendu, cuyo interesante trabajo acerca de los Ventisqueros citaremos con frecuencia ¹. Bien pronto se veria destruida la economía del mundo si pudiese haber sobre ciertos puntos acopios de materia. El centro de gravedad del globo veríase sacado de quicio poco á poco, y la perturbacion sucederia á la admirable regularidad de los movimientos. Si los polos no enviasen á los mares ecuatoriales las aguas que, reducidas á vapor, parten todos los dias de sus abrasadoras regiones para ir á convertirse en hielo á los dos extremos de la tierra, el Océano se agotaria y la vida cesaria con el agua de circular en el mundo. La voluntad conservadora del Creador ha empleado para la permanencia de su obra la vasta y poderosa ley de la circulacion, que, examinada de cerca, se halla reproducida en todas las partes de la naturaleza. El agua circula del Océano á los aires, de estos á la tierra, desde donde vuelve á los mares. Los rios vuelven adonde salieron, á fin que corran de nuevo, dice la Escritura; el aire circula al rededor del globo, y por decirlo así sobre sí mismo, pasando y repasando sucesivamente por todas las alturas de la columna atmosférica. Los elementos de la sustancia orgánica circulan al pasar del estado sólido al estado líquido ó aeriforme, y de este al estado sólido ó de orga-

¹ *Théorie des glaciers de la Savoie.*

nizacion. Ese agente universal que designamos bajo el nombre de fuego, de luz, de electricidad y de magnetismo, tiene probablemente, un círculo de *circulacion* tan grande como el universo. Si su movimiento pudiese sernos mas conocido algun dia, es probable que nos daria la solucion de un gran número de problemas que pesan aun sobre la inteligencia humana. Conducida de nuevo á cada parte del todo, la circulacion es aun la ley de la vida, el uso de accion empleado por la Providencia en la administracion del universo. En el insecto, como en la planta y como en el cuerpo humano, hay una circulacion ó mas bien diferentes circulaciones de sangre, de humores, de elementos, de fuego y de todo lo que entra en la composicion del individuo. »

A esa gran ley de la naturaleza, deben tambien obedecer los ventisqueros. Preciso es contar como un medio de desembarazo de las altas regiones la caida de las avalanchas, es decir, montones de nieves y de hielos que se desprenden de las cuestas abruptas y se precipitan al pié de la montaña, donde el aire mas caliente les hace entrar rápidamente en fusion. Pero este fenómeno, causa de tantas terribles catástrofes, no da lugar sino á un débil trasporte de materias en comparacion del residuo dejado cada año en lo que se llama los ventisqueros-recipientes. Pródúcese otro movimiento, mas eficaz y mas regular á la vez, abrazando el sistema entero de los hielos y determinando la formacion de los ventisqueros de desagüe que salen de los receptáculos para bajar mucho mas allá de la línea de las nieves, á las regiones templadas, donde una capa espesa se

derrite cada año en su extremo inferior. Esta progresion general es uno de los mas fecundos descubrimientos con que se habia recientemente enriquecido la física del globo. Ha sido objeto por parte de un gran número de naturalistas y sabios, de investigaciones en las que han tenido que desplegar tanto valor como inteligencia. Este estudio experimental data de las arriesgadas excursiones y memorables estancias en los ventisqueros de la Suiza de MM. de Charpentier, Agassiz, Dessor, Vogt, James Forbes, Bravais, Ch. Martins, Dollfus Auset, Hopkins, Tyndall, Ed. Collomb, John Ball, Schlagintweit, etc. Vamos á seguir á esos peatones de la ciencia en medio de sus soledades alpestres, reasumiendo las principales observaciones que sirven de base á la teoría adoptada generalmente hoy dia.

Progresion de los Ventisqueros.

La cordillera de los altos Alpes presenta desde léjos el espectáculo mas admirable. Durante los dias serenos las nubes que la coronan tienen una blancura deslumbradora; pero sobre todo por la tarde, á la puesta del sol, es preciso contemplarla, cuando las lejanas cúspides se destacan, revestidas de magníficas tintas rosas, sobre el azul profundo del cielo.

Flanqueando el costado de estas montañas para aproximarse á sus hermosascúpulas, se presenta al viajero un extenso camino que andar por entre campos cultivados, bosques y praderas. A una

gran elevacion halla aun ciudades rodeadas de vergeles y jardines. Mas de repente experimenta una gran sorpresa al ver una blanca colina en medio de la rica vegetacion que le rodea. Dicha colina se halla al extremo de un ventisquero, que no es raro encontrar cerca de espigas completamente en sazón. Al visitar los Alpes berneses, nosotros mismos hemos cogido frutos de un cerezo de monte al lado del ventisquero de Grindelwald, cuyo extremo inferior se deja ver á poco de abandonar la aldea de este nombre.

Por mucho tiempo habia parecido inexplicable la presencia de semejante masa de hielo sobre un punto en que la nieve desaparece en los meses de abril y principios de mayo, cuando asalta á la imaginacion la idea de que los ventisqueros podrian muy bien hallarse animados de un movimiento lento. En la época de nuestro viaje, todas las cuestiones relativas á esa misteriosa progresion se veian ardientemente agitadas entre los arriesgados exploradores á quienes veiamos partir con numerosos instrumentos, para ir á ejercer en las heladas soledades de las altas regiones las minuciosas medidas que debian servir de base á las teorías futuras.

Antes de reasumir lo que se ha hecho en esa parte de los Alpes, preciso es señalar las observaciones recogidas por Monseñor Rendu, sobre su vasto campo de investigaciones, el monte Blanco, donde se aplicó á seguir cuidadosamente en toda su extension lo que, por una muy notable intuicion de la verdad, llamaba rios de hielo.

Detenido sobre las cúspides, veíalas erizadas de

agujas y de crestas graníticas, reteniendo los hielos é impidiéndoles correr con igualdad por todos los costados de la montaña. Pero entre esos obstáculos abríanse valles sirviendo de canales para la salida de los hielos, y los canales se reunian en seguida poco á poco al descender, permitiendo, segun el término usado, á los ventisqueros tributarios que se soldasen para formar un ventisquero-tronco.

En todas partes la masa de cada ventisquero parecia estar en razon inversa de la pendiente sobre que se encontraba. A los pasadizos rápidos correspondia un hielo delgado y una superficie estrecha : disminuia la cuesta y veíase al ventisquero hincharse y extenderse como un lago.

Una descripcion hecha por el primero y mas ilustre explorador del monte Blanco, M. de Saussure, demuestra perfectamente que los ventisqueros se pliegan á la forma del terreno que los sostiene. El ventisquero del monte Dolent, dice, tiene por terraplen superior un gran círculo rodeado de hojas de granito, de forma piramidal : de allí el ventisquero descende por una garganta, en la que se estrecha; pero así que la ha pasado, se ensancha de nuevo y se abre en abanico. En conjunto presenta la forma de un canastillo ó surtidor, estrechado por el medio y abierto á sus dos extremos.

En todos los puntos en que termina un ventisquero, hállanse las señales mas manifiestas de su destruccion sucesiva bajo la influencia del calor solar. Ese deshielo alimenta grandes rios, tales como el Ródano, el Rhin y el Aar. Frecuentemente se ve el manantial escaparse de vastas cavernas que

las aguas, juntamente con los agentes atmosféricos, abren en el ventisquero, y que se precipitan luego como la altura y la extension de la bóveda de hielo sobrepasan el límite de la resistencia de los materiales. Mas léjos describiremos una de esas cavernas que presentan, cuando se penetra en ellas, el aspecto mas maravilloso, á causa del juego de luz descompuesta en las paredes de hielo como en un prisma.

Indicios mas directos se añaden á los que preceden relativamente al movimiento progresivo de los ventisqueros. Al extremo inferior del ventisquero de Grindelwald hemos visto grandes pedazos graníticos depositados en un terreno enteramente diferente á esa especie de rocas tan caracterizada. Para reconocer su origen preciso era casi subir de nuevo hasta los nevés. Allí, en la parte superior de su largo valle, el ventisquero les habia recibido cuando se desprendieran de los picos elevados que le dominaban, y era él mismo evidentemente el que habia operado su transporte hasta el punto en que los habia abandonado disolviéndose en ellos. Los guías nos mostraron en el ventisquero varias rocas, pudiéndonos indicar su trayecto durante cierto número de años. Para demostrar con mayor exactitud el descenso de las rocas al valle, y como consecuencia el movimiento de los ventisqueros, ha bastado determinar alineaciones con puntos fijos, como árboles, ó las manchas notables de las paredes de una montaña, y renovar la operacion de año en año.

La aglomeracion de esos despojos forma en la superficie de los ventisqueros largas hileras de peda-

zos que se designan con el nombre de *moraines*, y que se alinean en ciertas direcciones siguiendo las circunstancias que vamos á dar á conocer.

Los hundimientos que se producen en las orillas del ventisquero forman en él las *moraines laterales*, que todos los días se ven crecer y extenderse por el doble efecto de la caída de los trozos de hielo y del movimiento de progresion que las arrastra con la masa entera de los hielos. Hacia el medio de los grandes ventisqueros existe casi siempre una *moraine mediana*, resultante del encuentro de las *moraines laterales* de dos ventisqueros que se han unido en uno solo. Esas *moraines* superficiales participan del movimiento del ventisquero; cada cual de sus pedazos acaba por rodar al pié de la escarpadura que le termina, y una *moraine frontal* se forma así sobre el suelo mismo del valle, como un dique colocado delante de los últimos hielos. En fin, la capa de arena y de fragmentos que se halla debajo del ventisquero y sobre la que resbala, ha recibido el nombre de *moraine profunda*.

Las estrias producidas por esta última capa sobre el fondo de los pasadizos muestran el gran poder de frotacion que ejerce el ventisquero durante su progresion. La profundidad de las estrias depende evidentemente de la dureza de los despojos arrastrados por el ventisquero y de la naturaleza de las rocas sometidas al frotamiento. La pulidez de estas rocas, cuando son bastante sólidas para resistir á la marcha del ventisquero, indica bastante la enorme presion que ejerce sobre las pendientes de los valles cuyas asperezas usa ó destruye. Ese esfuerzo, diri-

giéndose principalmente hácia el costado de las rocas vuelto hácia las cimas, les imprime una forma redondeada particular que recuerda el aspecto de una manada de carneros y que ha sido causa de que Saussure las llame *rocas anilladas*.

En el ventisquero del Aar veíanse aun, en 1840, las señales de una pequeña cabaña de piedras cuya mudanza ha contribuido mucho á poner en evidencia el movimiento de los ventisqueros. Habia sido construida en 1827 por uno de los mas activos exploradores de los Alpes, el geólogo Hugi, en el punto en que el ventisquero codea una montaña en forma de promontorio llamado el Abschwung. Tres años despues fué hallada 100 metros mas abajo, y en 1832, habia bajado aun 715 metros. En 1840, veíanse solo algunos restos y estaban situados á una distancia de 1495 metros del Abschwung. Era la misma cabaña, pues se desenterró bajo un monton de piedras una botella depositada por Hugi con la nota de sus observaciones. En un solo año, por consecuencia, el trayecto habia sido próximamente de 115 metros.

La estacion en que M. Agassiz, ilustre explorador de ventisqueros, estudió durante tres años el mismo fenómeno con varios de sus amigos, MM. Desor, Vogt, Nicollet, etc., se ha hecho célebre bajo el nombre de *Hotel de los neuchateleses*. Hallábase en el ventisquero del Aar, á 650 metros mas arriba que el Abschwung, al principio de las observaciones, y, despues, se adelanta por término medio 75 metros por año. Bajo un gran pedazo que servia de techo, se habian cortado en el hielo la cocina y un dormi-

torio. Un simple banco de piedra cubierto de heno servia de lecho á los esforzados sabios durante su voluntario destierro.

Conociendo la necesidad de tener un abrigo mas cómodo en interés mismo de las observaciones que se proponia llevar á cabo, M. Dollfus-Ausset, otro eminente observador, hizo construir en 1842, sobre la orilla meridional del ventisquero un pabellon, en el que se hallaban constantemente varias habitaciones á la disposicion de los sabios y de los viajeros.



Hotel de los Neuchateleses.

Gracias á tan generosa solicitud, se pueden ahora estudiar los fenómenos de los ventisqueros sin exponerse á las grandes privaciones á que se vieron expuestos los primeros que estacionaron en aquellas desiertas regiones.

Despues, M. Agassiz ha continuado en la América del Norte los trabajos que han dado justa celebridad á su nombre, y, entre ellos, los que se

refieren al estudio de los antiguos ventisqueros del nuevo continente, han confirmado los descubrimientos debidos á la observacion de idénticos fenómenos en la cordillera de los Alpes y las cordilleras secundarias de Europa.

Analogia de los ventisqueros y de los rios.

Despues de haber hecho constar la bajada de los ventisqueros á la largo de sus valles, los naturalistas



Pabellon del ventisquero del Aar.

pusiéronse á medir con suma atencion los movimientos de sus diversas partes que hallaron muy diferentes. El sistema empleado fué el siguiente : plantaron séries de estacas en línea recta, y cada hilera correspondia á señales bien aparentes sobre las paredes laterales de las rocas. Si al año siguiente iban á visitar las estacas, hallaban que habian avanzado, pero que no guardaban la alineacion : descu-

brian, pues, una curva, cuyas inflexiones daban á conocer la marcha relativa de diferentes puntos de la superficie.

Así fué como M. Agassiz descubrió que el centro del ventisquero del Aar adelantaba anualmente unos 72 metros, mientras que las partes laterales apénas si se movian algunos metros. Medidas análogas tomadas en otros varios ventisqueros prueban que puede considerarse ese movimiento como una ley general, ley que depende tambien por otra parte de la inspeccion de todas las grietas trasversales. Estas grietas, con efecto, no permanecen nunca derechas, sino que toman progresivamente una forma curva cuya convexidad se adelanta hácia el bajo del valle.

Sabido es además que la parte superficial de los ventisqueros se mueve siempre mas vivamente que el fondo. En fin, MM. Tyndall é Hirst observaron, merced á instrumentos de gran precision, que el lugar del máximum de la velocidad no se halla en el centro, sino que, segun las sinuosidades del valle recorrido, ese lugar pasa ya por su lado del centro, ó bien por el otro. Es así que el movimiento de un rio presenta precisamente todos los caracteres que acabamos de enumerar, y la verdad presentida por Monseñor Rendu se hallaba así verificada en sus menores detalles. Cuando, por ejemplo, se mira desde lo alto de un puente como el rio choca contra los estribos, se ve que el agua se inclina hácia arriba, rodea el obstáculo y se precipita hácia abajo. Puede muy bien verse el mismo efecto cerca del promontorio de Trélaporte, en el mar de hielo del

monte Blanco, donde se observa en proporciones gigantescas.

Pero, ¿ cómo una materia de apariencia tan rígida como el hielo puede obedecer así á las leyes del movimiento de los fluidos ? Esta cuestion se presentó á los sabios tan luego como ya no pudieron admitir con M. de Saussure el simple resbalamiento de los ventisqueros sobre las cuestas. El físico Scheuchzer dió una explicacion fundada acerca de las filtraciones del agua en las numerosas grietas del hielo. Segun él, podia compararse la masa entera, durante el verano, á una esponja impregnada de agua, que, congelada en seguida por el frio del otoño y del invierno, se dilataria y produciria una hinchazon del ventisquero en todos sentidos. Imposible le era recular, subir la cuesta, y el aumento de volúmen debia manifestarse en su parte inferior. Esta teoría, aceptada igualmente por M. Agassiz, no pudo sostenerse ante las nuevas observaciones. El físico inglés Forbes desarrolló entónces sus ideas acerca de la viscosidad del hielo, que, á su vez, han sido generalmente rechazadas, despues que M. Tyndall ha probado que por el deshielo, de que hemos hablado en el capítulo precedente, se pueden explicar mejor todas las circunstancias del fenómeno.

Los termométrógrafos descendidos á los pozos verticales abiertos en los ventisqueros han servido para probar que estos últimos conservan de un modo permanente, en todas sus partes, la temperatura de cero ó muy próxima á cero, necesaria para que se verifique el rehielo. A consecuencia de la gran presión que experimenta el hielo se despedaza, los

contactos se rompen en el inferior á cada momento, pero las innumerables superficies puestas así al descubierto se vuelven á soldar, pues, al principio de la fusión suscitada por la presión corresponde un enfriamiento de las partes de hielo próximas, enfriamiento que, á su vez, produce el deshielo.

Este trabajo molecular basta para que el hielo pueda ajustarse á las sinuosidades de los pasadizos, permaneciendo constantemente un todo compacto; pero hay puntos en que, á consecuencia de un cambio dependiente demasiado brusco ó de un movimiento de la masa al rededor de un promontorio, las desviaciones producidas no pueden volver á soldarse y permanecen entónces abiertas grandes grietas en la superficie de los ventisqueros. La formación de estas hendiduras está en formal oposición con la teoría que asimila un ventisquero á un cuerpo viscoso : si tal cuerpo rodea un promontorio, aminora su marcha, pero ninguna solución de continuidad se produce en su masa, y si llega á una cuesta mas rápida, su marcha se acelera sin que por eso haya allí ningún corte.

Se han observado por el contrario en los ventisqueros grandes dislocaciones en los puntos en que el fondo de los hielos cambia bruscamente de inclinación: al precipitarse forman *cascadas de hielo*. Mr. Tyndall ha descrito la que se ve en el ventisquero de Talefre, ántes de su reunión con el mar de hielo del monte Blanco. « En el punto, dice, en que empieza la caída, se producen transversalmente grietas enormes, que no tardan en sucederse con tal rapidez que reducen la masa entera del

ventisquero á no ser sino un monton de simples placas ó esquinas que el viajero no franquea sino con infinitas precauciones y casi arrastrándose. Esas placas y esquinas estan algunas veces encorvadas y contorneadas por la accion de las presiones laterales, y hasta tal punto han obrado las fuerzas arremolinadas sobre ciertos puntos que han hecho desviar de 90 grados masas piramidales, formando en án-



Cascada del ventisquero de Corbassière.

gulo recto, unas por otras, superficies contiguas en la posicion normal. El hielo empieza en seguida á caer, y las porciones expuestas á la vista, conviértense en una reunion fantástica de pedazos, de cimbanillos, de torreones de hielo, algunas veces en pie, frecuentemente por tierra, cayendo á intervalos con el estrépito de la tormenta, y reduciendo á polvo los rocas de hielo sobre las que caen ¹. »

Cascadas semejantes se observan en el ventisquero de Corbassière, en el ventisquero de Bois y

¹ *La chaleur considérée comme un mode du mouvement.*

por debajo del Montanvert, en el ventisquero del Gigante, entre la Aguja negra y la de Blaitière, en el del Grindelwald inferior, mas abajo de la Stierregg. Despues que el ventisquero ha franqueado el desnivel, la cascada cesa, las grietas disminuyen y vése formar una superficie unida que los viajeros pueden atravesar cómodamente. Es evidente que á consecuencia de un rehielo sucesivo se vuelven á unir así, en una pendiente mas suave, todas las partes de que se forman las cascadas de hielo.

Utilidad de los ventisqueros.

« La inteligencia que brilla por do quiera allado de las obras de la naturaleza, ha impreso su sello en los ventisqueros lo mismo que en el fértil llano que se cubre de mieses. Todo el globo ha sido dispuesto en sus movimientos y en sus formas de modo que conserva y reproduce la vida que el soplo divino ha dejado caer en el mundo. El fuego, el aire y el agua son para todos los seres organizados una condicion primera de vitalidad, y la admirable combinacion que los conduce siempre, por necesidades que renacen siempre, refleja el pensamiento divino sobre el pensamiento creado. El fuego que acompaña al astro del dia, el fuego que brota de la tierra, sube hácia los astros y vuelve á nosotros : el aire, que se consume, se absorbe y se compone otra vez : el agua, que viaja sin cesar al rededor del globo, ino es el flujo y reflujo de la vida? « Bendigamos al Eterno, que tiene suspendidas cantidades de agua

sobre las montañas, á fin de que por esa disposicion de su sabiduría, la tierra sea regada ¹. »

« Si las aguas que las lluvias y condensacion de los vapores descargan sobre la tierra se pusieran inmediatamente en camino para entrar de nuevo en el receptáculo de los mares, la tierra pasaria súbitamente de la inundacion á la sequía y permanecería frecuentemente meses enteros sin ese elemento de que no puede pasarse ni un solo dia. El supremo Ordenador ha previsto esa necesidad, y los manantiales, los riachuelos y los rios, imágenes de su providencia, correrán siempre. Dos medios hánse puesto en práctica para contener las aguas sobre las cúspides del globo, y de ahí el dejarlas correr con una prudente parsimonia á fin de que las provisiones puedan satisfacer á la dilatacion de la sequedad. Las aguas de las lluvias y de los vapores condensados se reunen en las cavidades de las montañas, se escapan por las hendiduras de las rocas, y corren á lo largo de los valles ; ó bien aun, las aguas corren abundantemente á endurecerse en los puntos culminantes de la vivienda del hombre, y, deritiéndose lentamente durante la estacion de la sequedad, alimentan los manantiales y los rios. Algunos físicos se han aventurado á exponer que la lluvia y el deshielo de las nieves no entraban casi por nada en la alimentacion de los manantiales enteramente debidos á la condensacion de los vapores. Estos naturalistas no han visto la naturaleza en sí misma : si viniesen á pasar algunos años en nuestras

¹ S. CIII.

montañas verian cuán grande es su error. Ahí es donde se necesita estudiar todos los fenómenos que se relacionan con el desprendimiento natural de las aguas. No hay una montaña que no tenga á sus piés ó á lo largo de sus costados una porcion de manantiales, cuyo origen, en general, es fácil de indicar. Unos empiezan á correr algunas horas despues de la lluvia, agotándose mas ó ménos rápidamente en razon de su abundancia : otros no discurren sino durante la lluvia, porque no tienen ningun receptáculo para reunir las aguas: los hay tambien que se secan al mes, á los dos ó tres meses de sequía, segun la cavidad del receptáculo que los alimenta ; pero todos no empiezan á correr sino despues de las lluvias, y su interrupcion se verifica precisamente en el tiempo en que la condensacion de los vapores debe de ser mas abundante. Al pié de las montañas de nieve perpetua hay muchos manantiales que no brotan mas que en el verano, porque deben infaliblemente su origen al derretimiento de los ventisqueros. En fin, basta ver los manantiales, los torrentes, los rios, durante la estación de los calores y sequías, para quedar convencido que los ventisqueros solo son almacenes de prevision abiertos para las necesidades de los seres organizados.^{1.} »

Adelanto y retirada de los ventisqueros.

— Ablacion.

Llegará un dia en que, de las modificaciones de un ventisquero puedan sacarse en consecuencia las

¹ Monseñor Rendu.

de la atmósfera y recíprocamente; pero para establecer con la precision que exige la ciencia el lugar que une los dos órdenes de fenómenos, son necesarias aun numerosas observaciones meteorológicas. Por lo que interesa á la accion de la temperatura, hay que estudiar sobre todo un hecho interesante : el movimiento de oscilacion producido por el deshielo en el extremo de un ventisquero , combinado con la progresion general de su masa. Este deshielo algunas veces es lo bastante considerable para sobrepujar á la progresion; entónces el ventisquero recula; si no continúa dirigiéndose hácia adelante, aun durante el invierno. Uno y otro caso se presentan segun el carácter meteorológico del año. En 1818, por ejemplo, en que llovía con frecuencia y el cielo se hallaba cubierto, las medidas que se tomaron con cuidado demostraron que se adelantó 48 metros el ventisquero del Ródano, mientras que, en los veranos calurosos, recula ordinariamente de un modo bien visible.

Los ventisqueros que se adelantan de repente en ciertos años extraordinarios, producen destrozos considerables : asolan los bosques, derriban las casas é invaden frecuentemente las tierras labradas. Cuando su progresion no está en relacion con la fusion, parecen recular y las tierras de que se apoderaron están expuestas á una eterna esterilidad, pues se ven sembradas de cantos, de arena y de pedazos de roca.

En una exploracion verificada durante el otoño de 1865, en el valle de Chamonix, M. Carlos Martins ¹ ha demostrado las retiradas más ó menos con-

¹ *Bibliothèque universelle de Geneve*. Julio 1866.

siderables de todos los ventisqueros que afluyen allí, lo mismo que la disminucion de su espesor por la fusion y la evaporacion superficiales, fenómeno que se designa bajo el nombre de *ablacion*.

Las medidas tomadas con exactitud dan por resultado que el ventisquero de los Bossons ha reculado en doce años 332 metros; el de los Bois, 118 metros; el de Argentières, 181 metros; por último el de Tour, 520 metros. La causa general del fenómeno de retirada parece ser la poca abundancia de la nieve que ha caido durante los diez últimos inviernos y el calor de los veranos.

Despues de haber demostrado la retirada y ablacion de los ventisqueros en su parte inferior, M. Carlos Martins quiso saber tambien qué cambios se habian observado en su region superior; para lo cual resolvió subir el mar de hielo y elevarse hasta el cuello del Gigante por el ventisquero del mismo nombre.

La superficie de la roca del Angulo, lisa y estriada sobre una altura de 20 metros, le indicó que el Mar de hielo habia perdido una capa de este espesor. « A partir de esta roca, dice, planté el pié en el hielo sin volver ya á abandonarlo. Adelantéme de ese modo hasta el punto en que el ventisquero de Talèfre desemboca en el Mar de hielo, del que es el mas poderoso afluente. Los *turistas* que se dirigen al *jardin*, islote rico en plantas alpinas, situado en medio de dicho ventisquero, se separaban otras veces en ese punto del Mar de hielo para subir sobre la *Cobertera*, base de la aguja del *Monge*, y evitar así los barrancos del ventisquero de Talèfre. Hoy dia

ese camino es imposible: sería preciso una escala de 25 metros de alto para subir del ventisquero à la Cobertera, nueva prueba de la ablacion del Mar de hielo en su confluencia con el ventisquero de Talèfre.

» Atravesaba yo la *moraine* lateral derecha del ventisquero del Gigante y ascendia hácia el contrafuerte occidental de la montaña de Tacul, para ir á dormir sobre un gran trozo de hielo conocido con el nombre de *pedra de Tacul*, que sirve de abrigo á los cazadores de gamuzas y á los buscadores de cristales. Es un trozo de protógeno cubierto de líquenes negros, que les ha detenido hácia el medio de la montaña y forma de ese modo una bóveda suficiente para cobijar tres hombres: una pared de piedras completa aquella vivienda. La piedra se halla á 100 metros sobre los ventisqueros y á 2,400 metros sobre el mar. El suelo que le rodea se halla lleno de agujeros de marmotas, y la vejetacion es la que se observa á esas alturas. — Pocos puntos hay tan favorablemente situados para abrazar el conjunto del Mar de hielo y de sus afluentes. Se descubre el monte Mallet, la aguja del Gigante, la aguja y el ventisquero de Negra, la Virgen, el Candelero, el gran Riñon, la aguja de Blaitière, el Monge, la aguja Verde, las Derechas, y las Cortas que dominan el Jardin. El ventisquero del Gigante se halla á las plantas del espectador: no hay ninguna *moraine* medianera, y las capas parabólicas del hielo se dibujan admirablemente entre las *moraines* laterales, que son en número de cinco en la punta del Tacul sobre la orilla derecha del ventisquero. De

ellas cuatro son *moraines* laterales formadas por derumbamientos de los montes de la orilla izquierda del ventisquero del Gigante, y la quinta es la *moraine* lateral izquierdá del ventisquero de Leschaux, que se reune á las otras cuatro, convirtiéndose así en una de las *moraines* laterales derechas del ventisquero principal. — En este punto se me presentaron nuevas pruebas de la retirada de los ventisqueros. La aguja Blaitière se halla enfrente de Tacul. Pequeños ventisqueros de segundo orden descienden de esta aguja, mas no alcanzan el ventisquero del Gigante, sobre el que permanecen suspendidas. Llamanles ventisqueros del *enves de Blaitière*. Entre esos ventisqueros y la superficie del Gigante, se nota una lista como de césped, de un verde amarillento de unos 30 metros. En la parte superior é inferior de esta banda, lo silvestre se halla pulido, acanalado, desprovisto de toda saliente y sin vegetacion alguna. Esa franja de césped, donde se ha quedado la tierra vegetal, prueba que en cierta época el ventisquero del Gigante se habia elevado hasta su borde inferior, mientras que los ventisqueros del reves de Blaitière bajaban hasta el borde superior : la banda no se ha visto nunca invadida por el hielo. Así, pues, ella nos demuestra cuál ha sido la separacion mínima del gran ventisquero y de tres satélites en la época del *máximo* de su poder y extension. Ahora, por el contrario, la desviacion vertical en la superficie del ventisquero del Gigante y el extremo inferior de los ventisqueros suspendidos, es de 150 metros próximamente. La banda verde está mas próxima á la super-

ficie del ventisquero del Gigante que no al tajo de los ventisqueros del anvés de Blaitière, pues estos, alimentados por pequeños receptáculos, han reculado aun mas de lo que el ventisquero del Gigante ha bajado. »

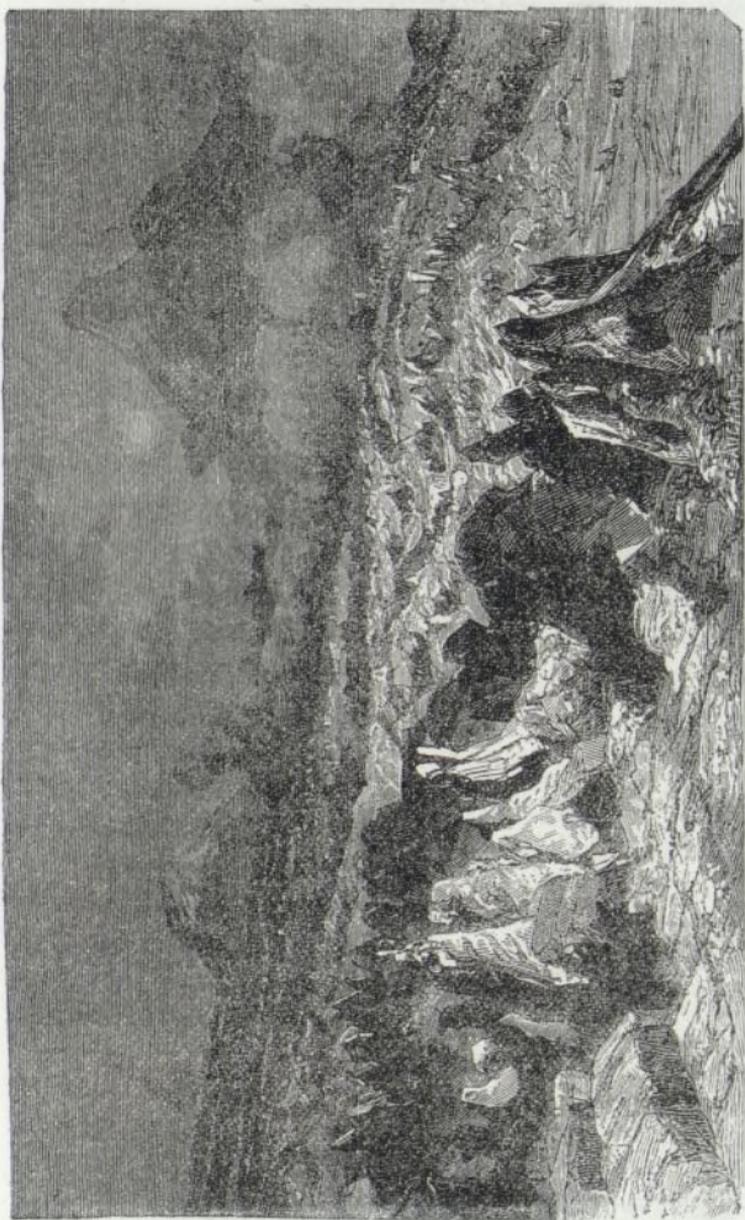
M. Martins consiguió llegar al cuello del Gigante hácia el mediodia, despues de una excursion penosa. Detúvose en las rocas en que, en 1788, Saussure pasó diez y seis dias á 3,362 metros sobre el mar. A pesar de los vapores que se elevaban del lado de Italia, pudo gozar en los momentos en que el cielo se aclaraba, del espectáculo admirable que presenta la vertiente meridional del monte Blanco. Veia extenderse á sus plantas el ventisquero de la Brenva, que es el exacto parecido del de los Bossons y que como él se adelanta en medio de los bosques y de los campos cultivados. Su extremo inferior habia reculado tambien en una extension que podia estimarse en unos 300 metros próximamente. « Me contemplaba dichoso, dice M. Martins, al terminar su relato, por haber visitado la garganta en que Saussure acampó en 1788, y me felicitaba de haber acertado, en una edad que se acercaba á la vejez, en una ascension que me traia á la memoria las que emprendia hace veinte años sin cansarme tanto, pero sin gozar mas con aquellos aspectos sublimes y llenos de enseñanza, que quisieran verse sin cesar una vez que se ha llegado á comprender su encanto íntimo y su incomparable grandeza. »

Las Grietas.

El nombre de Mar de hielo que se ha dado á ciertas partes á la vez muy vastas, muy accidentadas en la superficie de los ventisqueros, proviene de que su aspecto sugiere el mismo término de comparacion á todos los viajeros que han querido describirlas. « La superficie del ventisquero que se ve desde Montanvert, dice Saussure, se asemeja á la de un mar helado súbitamente, no en el momento de la tempestad, sino en el momento en que se ha calmado el viento, donde las olas, bien que muy altas, son romas y redondeadas. »

Esas numerosas asperezas de los Mares de hielo y de algunas otras partes de los ventisqueros varían en forma y elevacion : su arreglo presenta tambien una gran variedad. Aquí son pequeñas lomas dispersadas en confusion : mas allá aristas de hielo prolongándose como largas olas, de las cuales algunas se extienden de un extremo á otro del ventisquero. Su cúspide, aguzada algunas veces, no es uniforme, pero tiene sobrepuestas agujas como las aristas graníticas que tan frecuentemente se hallan en la cima de los Alpes. Entre esas lomas y aristas, extiéndense vallecillos de profundidad vária que han sido cavados por el agua de fusion, del mismo modo que el agua de lluvia abarranca los terrenos, y que constituyen una primera especie de *grietas*.

Su formacion presenta algunas particularidades notables. El hielo no es por todas partes igualmente derretible : sus partes mas porosas y las que encier-



Ventisquero de Svinafells-Jökull.

ran depósitos de sustancias terrosas, se funden mas rápidamente, la superficie del ventisquero se cubre de pequeños canales que no tardan en profundizarse, y, si algunas grietas aproximadas son paralelas, las paredes intermedias forman las largas crestas de que hemos hablado. Continuamente lavadas por el agua de fusion, esas paredes son lustrosas y tienen un hermoso color verde mar ó estan rayadas de listas azules y blancas.

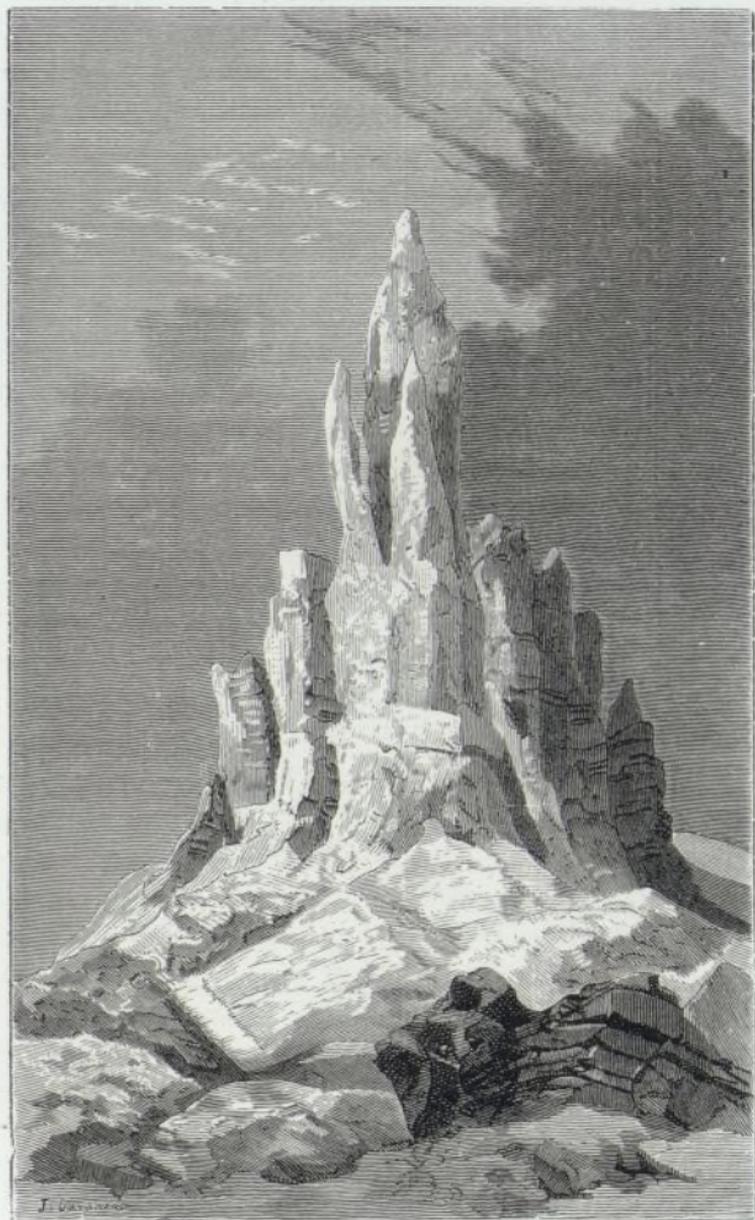
Obsérvase en la superficie agrietada de algunos ventisqueros una disposicion singular. Si el viajero que sube al de los Bosques mira hácia el manantial, percibe numerosas hileras de agujas y de murallas escarpadas, algunas veces de 6 metros de altura, mientras que volviéndose hácia la base del ventisquero, la superficie se le figura casi lisa. La causa de una diferencia tan grande de aspecto se halla en la inclinacion de las fases de las aristas que todas tienen un lado escarpado y un lado de cuesta suave : se ve la primera ó la segunda segun se mira arriba ó abajo. Esta disposicion de las aristas es simplemente una consecuencia de la orientacion del ventisquero de los Bosques. Como está dirigido próximamente de norte á sur, los rayos solares hieren la faz sur de la arista, y las aguas que alli corren aumentan sin cesar la fusion, mientras que la faz norte, preservada del sol, no se puede derretir.

Tomamos del atlas del *Voyage de la Recherche* ¹ el dibujo de uno de los grandes ventisqueros de

¹ *Minéralogie et géologie*, par M. S. Robert.

Islandia, el de Svinafells-Jokull, notable por sus grietas y sus hermosas agujas. Esta enorme masa de hielo se halla situada, lo mismo que la corriente de lava que se encuentra contigua, sobre los costados del volcan de Klofa-Jokull. Se halla hendida por todas partes y puede tener cerca de 200 piés de altura en su parte mas elevada. Su color azul se ve alterado frecuentemente por zonas negruzcas de polvo volcánico alternando con el hielo puro, é indicando sin duda las diferentes épocas de las erupciones. Los ventisqueros de esta parte de la Islandia siguen la cordillera de volcanes, y se extienden sin interrupcion sobre un espacio de 6 á 7 leguas, separados del mar por una cintura de moraines. Un verdadero rio, el Jokullsa, sale hirviendo de ese inmenso mar de hielo por diferentes bocas, de las que la menor es tan ancha como el arco grande del ventisquero de los Bosques.

Ya hemos hablado de otra especie de grietas producidas por las tensiones mecánicas que se manifiestan en las diferentes partes de los ventisqueros, cuando hay desigualdades en su movimiento de traslacion. Son grandes quebraduras, perpendiculares ordinariamente á la direccion de las capas, tan várias en profundidad como en número, y abundando en los puntos en que existe un codo ó un tajo en los pasadizos. Se las ha dividido segun su posicion en grietas marginales, trasversales y longitudinales. La tension oblicua, resultante del movimiento mas rápido de las partes centrales, produce las primeras, que se dirigen desde la orilla del ventisquero hácia el nacimiento. Las segundas apa-



Aguja de hielo.



recen por todas partes en que el fondo del valle cambia de inclinacion, y dividen toda la masa en una continuacion de cortes así que se unen, como sucede algunas veces á las grietas marginales. Supongamos la parte terminal de un ventisquero detenida por un obstáculo; entónces se halla fuertemente comprimida por el empuje que agita de arriba á abajo, y, si puede extenderse hácia los lados, se ven abrirse grietas longitudinales.

Hállanse tambien puntos en que la distribucion de las grietas es muy irregular, y donde un gran número de entre ellas se cruzan en diversos sentidos. El hielo se divide entónces en agujas, en prismas, en pirámides, á las que la fusion no tarda en dar las formas mas caprichosas. Reproducimos, segun M. Tyndall, el dibujo de una de las fantásticas figuras que vió en 1859 en la superficie descajada del ventisquero de los Bosques.

Los naturalistas Hugi y Agassiz, durante su larga permanencia en los ventisqueros, han tenido ocasion diferentes veces de observar la formacion de las grietas. Se anunciaban siempre por violentos crujidos en el interior de la inmensa masa de hielo, que experimentaba varias veces sacudimientos semejantes á los que agitan el suelo durante los terremotos.

En breve aparecia en la superficie una hendidura ligera, cuya extension en el sentido de su longitud podia seguirse fácilmente con la vista. Abríase en seguida con rapidez. Habiéndose formado así prontamente una larga y profunda grieta, se vió que se cerraba en seguida al cabo de poco tiempo, y el

rehielo se efectuó tan bien que apenas pudo distinguirse su puesto del resto de la superficie del ventisquero.

Durante sus numerosos viajes por los ventisqueros, M. Tyndall no asistió mas que una vez al nacimiento de una grieta. Pasaba con un amigo suyo por el ventisquero del Gigante, cuando un ruido sordo, parecido á una fuerte ráfaga, se dejó oír á sus plantas. Siguiéron al instante dos detonaciones; pero los intervalos hallábanse sostenidos por un sonido permanente. Parecian partir de puntos bastante lejanos unos de otros, ya mas arriba ó mas abajo de donde se hallaban los viajeros. Evidentemente era el ventisquero que se rompía; pero el ruido interior hacia mas de una hora que duraba, sin que fuese posible observar la menor alteracion en la superficie. En fin, un gran número de burbujas de aire atravesaba un cercano charco de agua, y muy luego apareció una hendidura que se podia seguir bastante léjos por delante y detrás; pero que apenas era lo bastante ancha para permitir la introduccion de la hoja de un cuchillo. « M. Agassiz, añade M. Tyndall, ha descrito con bastante animacion el terror que experimentaron los guias en semejante circunstancia: ¡aun nosotros mismos no nos veiamos exentos de temor, cuando se turbó de semejante modo en el ventisquero el solemne silencio de la noche. »

Muchos viajeros han descendido á las hondonadas y han recogido observaciones curiosas de tan peligrosas visitas. En las elevadas regiones, las paredes de hielo tienen contornos muy irregulares,

y están adornadas de numerosas estalactitas de todas dimensiones, proviniendo de la congelacion de los filetes de agua que bajan de la superficie. Arcos maravillosamente festoneados dan acceso á cuevas donde uno se halla de repente rodeado de una magnífica luz azul. Algunas veces, inclinándose con precaucion, se puede echar una ojeada á los oscuros abismos de cuyo fondo llega, como un lejano rumor de campanas, el ruido de las aguas de un impetuoso torrente.

M. Berlepsch, en su interesante obra sobre los Alpes, da algunos detalles relativos á la bajada que M. Coaz, naturalista suizo, efectuó al fondo de un barranco, cerca del extremo inferior del ventisquero de Morteratsch. El dia avanzaba ya, y bajo la influencia del aire caliente se operaba activamente la fusion del ventisquero. Penetrando en una excavacion bastante profunda, M. Coaz vió las paredes adornadas de trecho en trecho con gran número de burbujas de aire redondas ó elípticas. Muchas de ellas estaban atravesadas por el agua, destilando gota á gota, y parecian tener una especie de pulsacion regular. En algunos puntos de la pared, existian pequeños remolinos de agua de 1 á 2 centímetros de anchura que se movian con rapidez. No habiéndolos notado en un principio, el viajero pensó que se habian formado despues de su llegada, probablemente á consecuencia de un exceso de calor promovido por su cuerpo. Tan singulares movimientos tenian lugar en las cavidades agrandadas de globillos de aire, en que penetraba el agua despues de haber atravesado un canal muy estrecho.

Al atravesar un rayo de sol por el orificio de la grieta tomaban el hielo y las aguas vivamente agitadas, los colores mas brillantes.

Los Molinos. — Mesas de los Ventisqueros.

El agua de fusion que no halla pendiente para correr permanece en un punto, ahueca una cavidad y taladra algunas veces el ventisquero de parte á parte para vaciarse debajo. De este modo forma, en vez de grietas, pozos, ó, como se los llama generalmente, *molinos*.

Estas cavidades tienen diferentes formas : frecuentemente presentan en la superficie del ventisquero un pequeño agujero redondo, ensánchase en seguida y se estrechan de nuevo al avanzar hácia el fondo : algunas veces, por el contrario, la abertura superior tiene una dimension bastante grande con orillas sinuosas. El canal debe tener estrangulaciones é hinchazones, segun que las capas de hielo que encuentra son mas porosas ó mas compactas. Durante todo el tiempo del ahuecamiento está lleno de agua hasta el borde : el fenómeno que allí se opera se explica fácilmente por el cambio de densidad que este líquido experimenta al cambiar de temperatura. Las capas que se hallan en la superficie, caldeadas por el sol, el aire y algunas veces por las lluvias, pueden llegar á 3, 4 ó 5 grados sobre cero : aproxímanse entónces á su máximo de densidad, y descienden al fondo mientras que las capas frias suben de nuevo para ir á su vez á ponerse en contacto con los agentes atmosféricos. La fusion se

opera por el agua enfriada hasta que queda á cero, y cede el puesto á una nueva corriente que viene de arriba. Diríase que existe un agente mecánico empleado por una inteligencia para cavar ese-receptáculo.

Cuando la estacion permite una larga fusion ó el molino se halla en una parte poco profunda del



Mesas de los ventisqueros.

ventisquero, ó de consistencia porosa, el canal alcanza el fondo y se convierte entónces en un paso para las aguas de la superficie, que caen allí en cascadas hácia el suelo y corren en seguida bajo bóvedas de hielo hasta el extremo inferior del ventisquero. Algunas veces hay molinos en los que se oye que se precipitan las aguas que parecen salir de las paredes de hielo que las rodean. Esto puede suceder cuando la masa del ventisquero se halla formada de diferentes capas sobrepuestas mas ó ménos compactas. Si entónces un arroyo que corre al

fondo de un barranco viene á encontrar algunas partes ménos resistentes, las hace derretir y abre un canal lateral que puede dirigirse hácia los molinos. Al cruzarse diferentes cascadas al fondo de tal ó cual abismo, producen un ruido que los viajeros han comparado al bramido del huracan y al ruido del trueno.

El declive sucesivo del nivel de los ventisqueros á causa de la fusion y de la evaporacion, da lugar á fenómenos notables, entre los cuales uno ha herido vivamente la imaginacion popular. Existe aun entre la gente de la montaña de los Alpes una preocupacion de que han participado por largo tiempo muchos viajeros y naturalistas, á saber : que los ventisqueros arrojan á la superficie todos los cuerpos extraños que se hallan en su interior. Los guias, para indicar este efecto, se sirven de una expresion que encierra á este propósito toda la creencia del país : « Los ventisqueros, dicen, no guardan nada impuro. » Ninguna fuerza misteriosa se necesita para explicar cómo una roca, despues de haber rodado en una profunda hondonada, puede subir poco á poco á la superficie del ventisquero. La ablacion superficial por la fusion y la evaporacion da perfectamente cuenta de este fenómeno. Que se examine una roca aun sepultada en el hielo y no mostrándose en la superficie sino por un punto. Dicho punto, apénas visible en un principio aumentará al cabo de algunos dias. Al año el progreso será muy sensible, y en fin llegará un momento en que se descubre toda la roca : ¿ por qué sacar en consecuencia de esto que la roca le ha rechazado ? ¿ No es tan fácil

decir que, habiendo disminuido el hielo por cima y en seguida á su alrededor, se ha encontrado en la superficie por que esta superficie ha bajado á medida que se ha verificado la fusion?

El siguiente hecho, debido á la misma causa, parece á primera vista aun mas sorprendente. Cuando un gran pedazo de piedra, protege por su masa, contra la accion del sol, el hielo que recubre, no se derrite, y, mientras que el nivel general del ventisquero decrece, la piedra acaba por hallarse en la cima de un pedestal de hielo, cuya altura es proporcionada á la actividad de la fusion durante los calores del verano. A esas piedras se las ha llamado *mesas de los ventisqueros* : casi todos los ventisqueros presentan algunas ; pero donde se hallan sobre todo es en el del Aar inferior, cerca de Grimsel.

M. Tyndall ha observado allí fenómenos curiosos. Los rayos del sol que hieren las mesas durante todo el dia, caldean mas sus extremidades meridionales, donde se produce de sus resultas un reblandecimiento mayor del hielo subyacente, lo que hace inclinar progresivamente las piedras hácia el sur. Se puede decir aun que su pendiente varía segun la posicion del sol : por la mañana se pronuncia mas hácia el este, y por la noche hácia el oeste. Al medio dia, este nuevo género de esferas solares indica la direccion del meridiano. Se comprende que las mismas circunstancias limitan la duracion de la suspension de las mesas : adquiriendo cada dia una inclinacion mas fuerte hácia el sur, acaban por resbalar sobre el ventisquero, que les presta en breve un nuevo pedestal.

Puede considerarse á las grandes *moraines* centrales como montones de mesas de ventisqueros, pues todas ellas forman largas aristas de rocas de varios metros de altura sobre el nivel general del hielo. Sobre diversos puntos de los ventisqueros hállanse también conos muy regulares, compuestos en apariencia de una acumulacion de arena, y que M. Agassiz ha llamado *conos pedregosos*. Examinándolos de cerca, se ve que las piedras de la superficie están unidas entre sí por medio de hielo como por un cimientó, y que la parte central se halla constituida por un gran trozo de hielo compacto preservado de la acción del sol por esa capa exterior, mientras que el ventisquero se derretia al rededor de la base. Esos conos solo están formados por materiales blancos: cuando la arena y los pequeños fragmentos de las rocas de color se hallan expuestas al sol en un ventisquero, esos cuerpos, en vez de preservar el hielo, se caldean hasta tal punto que derriten á los que tocan y bajan insensiblemente á agujeros bastante profundos ahuecados así en el ventisquero.

Se observa, contemplando desde cierta altura las partes poco castigadas de los ventisqueros, una continuidad de líneas negras que forman curvas parabólicas ú ogivas cuya convexidad está vuelta hácia arriba. Los ingleses las han llamado bandas sucias (*dirt-bands*). Son, según M. C. Martins, una consecuencia de la estratificación de los ventisqueros. Esto resulta, como lo hemos dicho, de diferentes capas de nieve del invierno, que se sobreponen dejando entre sí depósitos negruzcos que provienen

de las impurezas del aire. La fusion hace aparecer las orillas de estas capas de contorno parabólico, prolongadas hácia el bajo del ventisquero.

Distribucion geográfica de los Ventisqueros.

— Ventisqueros de Marte.

La extension de los ventisqueros varía en general segun la latitud. Entre los trópicos y en las zonas templadas, no se hallan sino en los valles superiores de las grandes cordilleras. Mas cerca del círculo ártico, cubren montañas de mediana altura, y una capa helada ha invadido enteramente las tierras mas próximas de los polos.

Los Pirineos solo tienen ventisqueros de reducidas dimensiones ó de segundo orden : los de Vignemale, del monte Perdido, y de la Maladetta, suspendidos en el costado de las montañas, no descienden á los valles. En los Alpes, por el contrario, dominan los ventisqueros de primer orden. Puede formarse una idea de su dimension por las indicaciones siguientes : — El mar de hielo del monte Blanco solamente, sin contar los numerosos ventisqueros secundarios, tiene 12 kilómetros de largo. El ventisquero del Aar, de una extension de 8 kilómetros y de una anchura, en algunos puntos de 1 1/2 kilómetro, mide un espesor de 250 metros por término medio y se calcula su volúmen en 3 kilómetros cúbicos. El ventisquero de Alesch tiene mas de 24 kilómetros de un cabo á otro, y un cálculo aproximado da 22 millares de metros cúbicos por su volúmen. Cuéntanse en los Alpes seiscientos ventis-

queros; según el naturalista Ebel, su superficie total podrá ser de unas 137 leguas cuadradas.

En el Cáucaso, cuya cima principal es mas elevada que la del monte Blanco, existen tambien ventisqueros muy poderosos; pero á consecuencia del influjo de la latitud, sus extremos descienden ménos abajo que en los Alpes.

« Semejantes por el modo de formarse á los ventisqueros de los Alpes, presentando los mismos fenómenos físicos, los ventisqueros se hallan extendidos de un modo extraordinario en la alta Asia, y sin embargo, no hace muchos años que se conoce su existencia.

« El capitán Montgomerie, uno de los oficiales encargados de la medida trigonométrica de la India, sabio que recomienda la conciencia y precision de sus trabajos, dice que el ventisquero de Baltoro, en el valle de Brahaldo, tiene 36 millas inglesas de largo sobre una anchura que varía de 1 á 2 millas y media: cada una de las cuestas de Biafo da nacimiento á un ventisquero, y ambos reunidos forman un rio congelado y continuado de una extension de 54 millas inglesas, desarrollándose casi en línea recta, sin otra interrupcion que las grietas comunes á todos los fenómenos de este órden. Comparados á estos gigantescos ventisqueros, los de los Alpes pueden ciertamente calificarse de pequeños.

« El extremo inferior de los ventisqueros de la alta Asia, desciende bastante por debajo del límite de las nieves eternas, á 11,000, y algunas veces 10,000 piés sobre el nivel del mar, en la cordillera del Himalaya. Algunos de los ventisqueros del

Thibet descenden aun mas abajo : el de Bépho baja hasta 9,876 piés. Los de Kakakoroum y de Kouen-Loun ofrecen los mismos caracteres que los del Thibet. Un carácter particular á todos es que en otro tiempo hallábanse mas extendidos que hoy en dia ¹. »

Sobre las montañas poco elevadas de la Escandi-



Ventisqueros del planeta Marie.

navia, la formacion de los ventisqueros se halla favorecida por un clima frio y húmedo. Al abordar Islandia y la isla Jan Mayen, se ve que los ventisqueros llegan hasta la márgen : los de Spitzberg le pasan derrumbándose periodicamente en las olas. Los navegantes que suben la bahía de Baffin y el estrecho de Smith, observan el mismo hecho

¹ *Exploration de la haute Asie* por Shlagintweit, hermanos. — *Tour du monde*, nº 352.

sobre quince ventisqueros que, desde los Alpes groenlandeses, progresan constantemente hasta la costa. Entre ellos se halla el gigantesco de Humboldt, que se sigue de 79° á 80° grados de latitud sobre una extension de 111 kilómetros. El mas elevado de los terraplenes escarpados que le terminan tiene de 90 á 100 metros de altura.

En la costa septentrional del Asia, no se encuentra ningun ventisquero, á no ser en la Nueva Zembla y en el Kamtschatka. Su ausencia en la Siberia proviene de que esta parte no abriga montañas, y el aire es allí sumamente seco.

En las montañas de la América tropical, el reducido numero de ventisqueros que descienden por bajo de la línea de las nieves eternas se detienen á corta distancia de esta línea. Bajan aun mas en la zona templada; pero sobre todo, cuando se llega al sur de Chile se les ve tomar una gran extension y alcanzan en breve el mar. En la bahía de Eyro, bajo la latitud correspondiente á la de Paris, el sabio naturalista Darwin observó en un solo dia mas de cincuenta islas de hielo desprendidas de la orilla y dirigiéndose hácia alta mar. Los Alpes patagonios y las montañas de la Tierra-de-Fuego, como reciben continuamente vientos del oeste muy cargados de humedad, están en las mas favorables condiciones para la formacion de los ventisqueros. Lo mismo sucede en la Nueva-Zelandia, donde se halla el ventisquero de Tasman, que tiene 16 kilómetros de largo, sobre 2,500 metros de ancho. En esta isla, como en las costas de Chile, basta con descender á algunos centenares de metros por bajo del extremo de los ventisqueros

para hallar la vegetacion tropical, las palmeras y los helechos arborescentes.

Mas adelante describiremos los poderosos ventisqueros que cubren las tierras descubiertas por los navegantes bajo las mas altas latitudes, y cuya extension varia con las estaciones en el corriente de cada año. Las modificaciones observadas por los astrónomos en el aspecto del planeta Marte provienen tambien probablemente de la formacion y fusion de grandes amontonamientos de hielo al rededor de sus polos. Cuando se examina ese astro con un poderoso telescopio, se le ve enteramente sembrado de manchas rojizas y verdosas, excepto en dos puntos situados á los extremos del eje, donde se hallan manchas de un blanco puro y brillante. Varia la extension de estas manchas : á medida que la de un polo disminuye, la otra crece progresivamente, de modo que el mínimum corresponde siempre al verano, y el máximium al invierno del hemisferio donde está colocada la mancha, lo que debe ser, segun se atribuyan estas marcas, á la nieve ó á los hielos.

III

PERIODO VENTISCOSO.

Destruccion de las altas cimas. — Trozos erráticos. — Antiguos ventisqueros. — Ventisquero del Arve. — Formacion del relieve de los Alpes. — Ventisquero ártico. — Clima del periodo ventiscoso. — Influencia de los vientos y de las corrientes. — Influencia del calor solar.

Periodo ventiscoso.

Durante el verano de 1815, un sabio geólogo, M. de Charpentier, que exploraba los ventisqueros de la Suiza, y que tomó por guia á un cazador de gamuzas, platicaba con él acerca del medio de transporte de los grandes trozos de granito que se hallan á una considerable distancia de su punto de origen. Contrariamente á la hipótesis entónces admitida del transporte de esos grandes trozos por enormes corrientes de agua y lodo, Juan Perraudin, que en su vida errante habia observado con atencion los fenómenos que se producian en las heladas, creia que las antiguas causas no habian sido diferentes de las actuales, y que los ventisqueros, mucho mas extendidos en otro tiempo, habian trasportado, como

sucedía al presente, los grandes trozos desprendidos de las cumbres que les dominan. Semejante opinión, debida á la inteligente observacion de los hechos que se producen á nuestra vista, debia de adoptarse bien pronto por la mayor parte de los geólogos, ayudándoles á resolver un problema cuyas dificultades han parecido aumentarse á medida que la ciencia, abrazando mayor círculo lo proponia en toda su extension.

Tambien en 1815 un geólogo escocés, llamado John Playfair, despues de haber recorrido los alrededores de Ginebra y de Neufchâtel, declaró que los grandes trozos de granito que allí se encontraban, y de los que algunos han servido de piedras drúidicas, habian sido trasportados por un inmenso ventisquero, extendiéndose desde el monte Blanco hasta el Jura. Semejante explicacion, basada en el estado de conservacion de los trozos cuyas aristas apenas están redondeadas, no fué apreciada en un principio; pero despues de su conversacion con Perraudin, M. de Charpentier, consultando los hechos y uniendo las observaciones, se inclinó bien pronto á admitir la probabilidad de una antigua extension de los ventisqueros, mas allá de los límites actuales. Despues de largos estudios, que le dieron una certidumbre completa, dió á conocer sus convicciones, de acuerdo con M. Venetz, ingeniero del Valais, á quien análogas indagaciones acerca de las piedras trasportadas habian conducido á participar de idénticas opiniones. Desde esta época, numerosos trabajos han demostrado que todas las partes del globo en que se levantan macizos montañosos presentan

las señales del fenómeno observado en los Alpes, y la hipótesis de una antigua extension de los ventisqueros se ha colocado en el rango de las teorías científicas por la mayor parte de los naturalistas cuyas atrevidas exploraciones han arrojado una tan gran claridad sobre esta última época geológica ¹. Aun se ha creído reconocer la existencia de dos períodos de heladas separados por una época semejante á la nuestra; pero durante la cual existian animales desaparecidos hoy en dia. Hablaremos aquí del último de estos períodos, inmediatamente posterior á la aparición del hombre en la tierra.

Destruccion de las elevadas cimas.

Ramond ha descrito perfectamente el conjunto de los fenómenos que concurren á la destruccion de las elevadas cúspides, y que desempeñan un gran papel en la historia de los ventisqueros :

« ¡ Que no se pueda, dice, construir una pendiente bastante rápida para que las nieves pudieran acumularse allí, bajo una roca capaz de resistir al choque de los témpanos (*lavanges* ²); una vivienda sólida, abrigada, bien provista, donde un observador pudiera estar presente á esas revoluciones, en las que la naturaleza ha alejado, hasta este dia todo cuanto respira; ser espectador de esos fenómenos que, desde hace tantos siglos, no han tenido testigos;

¹ Citaremos sobre todo los notables estudios de M. C. Martins, que tomamos aquí por guía.

² Los habitantes de los Alpes suizos designan con este nombre las avalanchas.

someter á cálculos, ajustar á medidas los conflictos de los elementos, la velocidad de los vientos, el poder de las nieves desalojadas, las convulsiones del aire y de la tierra! ; Qué espectáculo, una vez que las tempestades del otoño se hubiesen amparado de aquellos lugares como de su dominio; que la ligera gamuza y la triste corneja, solos habitantes de sus desiertos, han desertado de sus alturas; que una nieve menuda, arrastrada de cuesta en cuesta, y volando de roca en roca, hubiera tragado bajo sus espumas caprichosas su esteril extension; que las cimas, rodeadas de una impenetrable nube, hubieran desaparecido por largo tiempo á las miradas!... ; Entónces qué de tempestades! ; Qué de torbellinos! ; Qué sordas convulsiones en las entrañas de los montes!... y qué silencio cuando el invierno victorioso no tuviera mas combates que dar; cuando el sol, palideciendo en la sombría profundidad de los cielos, no apareceria de nuevo sino para arrojar una mirada oblicua sobre esas cúspides heladas; cuando, en la larga oscuridad de las noches, la luna pareceria aproximarse para deramar, con su luz, el frio penetrante de las regiones etéreas!...

« Pero el sol recobra su poderío. Al acercarse mayo, reinando ya en nuestros llanos, va allí á perseguir al invierno en sus últimas trincheras. Caprichoso, á la sazón, y la frente envuelta en leves nieblas, disuélvelas en lluvias ligeras que abren la tierra á las influencias de la primavera... No tarda en atacar las escarchas con toda la fuerza de sus rayos: caliéntase el aire, la tierra se reanima: cada momento

ve debilitarse el inmenso monton de nieves de diciembre... Triunfo imperfecto, y mas terrible, sin embargo, que el de los mismos inviernos.... Ni un solo instante de silencio y de reposo : ruedan los témpanos, botan por todas partes, con el ímpetu de las aguas y el estrépito de la tormenta : los torrentes, largo tiempo encadenados, se escapan y precipitan por do quiera : las rocas, hendidas por los hielos, conmueven, se derrumban, asolan las cuevas, y llenan de despojos las profundidades...

« — Tal es actualmente la condicion de las alturas que dominan el globo. El tiempo, que toca con rápido vuelo el resto de la tierra, imprime aquí profundos vestigios de su paso ; y mientras que en otro punto nos disimula la rapidez de su carrera, arrastrándonos á nosotros mismos con mayor velocidad que la mayor parte de los objetos que nos rodean, en las montañas, nos despliega todo lo que esa velocidad tiene de horrible. Conmueve, á nuestra vista, un edificio que parecia inmovil á nuestra debilidad, y cambia á nuestros ojos las formas que estábamos acostumbrados á mirar como eternas. En las llanuras el tiempo parece detenerse cuando da la existencia, la desarrolla ó la sostiene : no se sabe que pasa sino cuando se le ve destruir su obra. No es la primavera, coronada de flores : tampoco es el otoño, pródigo en sus frutos, ni mucho ménos la brillante sucesion de los hermosos dias los que nos traen á las mientes que las estaciones huyen. El triste sentimiento de su inestabilidad nos penetra, por primera vez, cuando cae la hoja, cuando se seca el árbol, cuando los dias acortan, cuando la naturaleza en-

lutada cierra el círculo de sus reproducciones.

« En estas rocas, al contrario, en estos montes que ciñen las escarchas de un invierno eterno, nada distrae de la contemplacion de los estragos del tiempo. Cada instante marca sobre ellas su paso: cada minuto les da un golpe de que se resienten. La nieve las arruina sin descanso, el torrente las desgarras sin cesar y los restos se derrumban sin intervalos ¹. »



Rocas ensortijadas y trozos erráticos.

Los pedazos y los fragmentos que, por las grietas de los ventisqueros ó por el intervalo comprendido entre las paredes laterales y los flancos del valle, vienen á formar la *moraine* profunda, son en su mayor parte reducidos á barro por la enorme presion que soportan. Si resisten, el roce los arregla, dándoles una forma redondeada y cubriéndoles de estrias entrecruzadas. Es importante notar aquí, que el agua, que pule y redondea tambien los

¹ *Observations faites dans les Pyrénées.* — Paris, 1789.

cantos, no los estria, y aun borra á la larga las medias cañas trazadas por la presión de los ventisqueros. Se comprenderá que los trozos que permanecen suspendidos entre la roca y las paredes del ventisquero, presentan las mismas apariencias que los que pertenecen á la *moraine* profunda, mientras que los pedazos de las *moraines* laterales y medianeras, colocadas en la superficie y no teniendo que sufrir mas que la sola acción de los agentes atmosféricos, conservan casi siempre sus formas, sus dimensiones primitivas, dimensiones que alcanzan hasta 20 metros en todos sentidos. Estos pedazos gigantes transportados á grandes distancias por los antiguos ventisqueros, han tomado el nombre de *trozos erráticos*.

Trozos erráticos.

La presencia de los trozos erráticos en las llanuras de Europa septentrional y en varios puntos de la superficie del globo, constituye uno de los fenómenos mas importantes de la geología. Estos trozos, en lo general, se han desprendido de las montañas próximas. En ciertas comarcas, son bastante raros y se hallan diseminados á la aventura; pero ordinariamente se les halla acumulados por grupos semejantes á diques cuya curvatura varía y que afectan diferentes direcciones. Depositados en medio de los restos de rocas, de montones de arena ó de pedregales, los trozos erráticos parecen algunas veces usados por el roce, y entónces presentan estrias enteramente semejantes á las que se observan en los

pedazos que pertenecen á las *moraines* de los ventisqueros. Las piedras cuya sustancia no es muy dura se encuentran raramente en el terreno errático, que se compone de arena, de marga, de arcilla y de fragmentos de granito, de gredas, de pórfido, etc. Los grandes trozos, aislados algunas veces, no siempre provienen de las montañas aproximadas; con frecuencia considerables distancias, y aun el mismo mar los separan de las cordilleras en que se debe suponer su situación primitiva. Así, los trozos dispersados en Dinamarca, en la Alemania septentrional, han sido conducidos de la Noruega y de la Suecia, y se encuentran, en Prusia y en Polonia, restos de montañas de la Finlandia. En Rusia, en Holanda, en Inglaterra, en Bretaña, hállanse también fragmentos de granito y de pórfido que todos son de origen septentrional. En las costas de Inglaterra, en la llanura del Yorkshire, se ha reconocido aun, dicen, pedazos erráticos procedentes de la costa del Labrador. Las pendientes del Jura, los llanos del Piamonte y de la Lombardía, están cubiertos de innumerables trozos, en los que se reconocen las clases de granito que constituyen la masa del monte Blanco y de las cúspides cercanas. Los grandes diques formados por estos trozos circunscriben el extremo de la mayor parte de la alta Italia, que les deben su existencia y que han sido designados bajo el nombre de *lagos moráinicos*.

M. C. Martins, al hablar de la explotación de los trozos graníticos que componen en gran parte las antiguas *moraines* en la vertiente de los Alpes, pide con mucha justicia que algunos de estos trozos

sean *clasificados* como los monumentos históricos, á fin de conservar á la posteridad un manifiesto palpable de la antigua extension de los ventisqueros. Semejante voto, en nuestro concepto, no se tomaria nunca en consideracion con demasiada seriedad, y aun pensamos que otros indicios notables de los cambios y revoluciones de que ha sido teatro nuestro globo, serian conservados con gran utilidad y puestos en evidencia en los mismos lugares en que su presencia atestigua á la vez el prodigioso trabajo de la naturaleza y los grandes descubrimientos de la ciencia. Semejantes monumentos detendrian la mente sobre el magnífico misterio de la creacion, descorrido todos los dias por el genio humano, que nos enseña á conocer los bienhechores designios de la inteligencia creadora.

Las señales del fenómeno errático, muy aparentes en las cordilleras de Escocia, de Córcega y del Líbano, son mas sorprendentes en los valles de Vosgos y del Jura, cuyos antiguos ventisqueros fueron como los actuales de Suiza. Las montañas de Auvernia y de Cevennes parecian no haber encerrado nunca ventisqueros, quizás á causa de la poca elevacion de la mayor parte de esas dos cordilleras y de su situacion meridional. M. C. Martins hace observar tambien que el granito que de ellas proviene, y que provée en otros puntos los trozos erráticos mas duraderos, se descompone muy fácilmente. Además, las violentas erupciones de numerosos volcanes de la Auvernia han podido destruir las huellas de la antigua existencia de los ventisqueros.

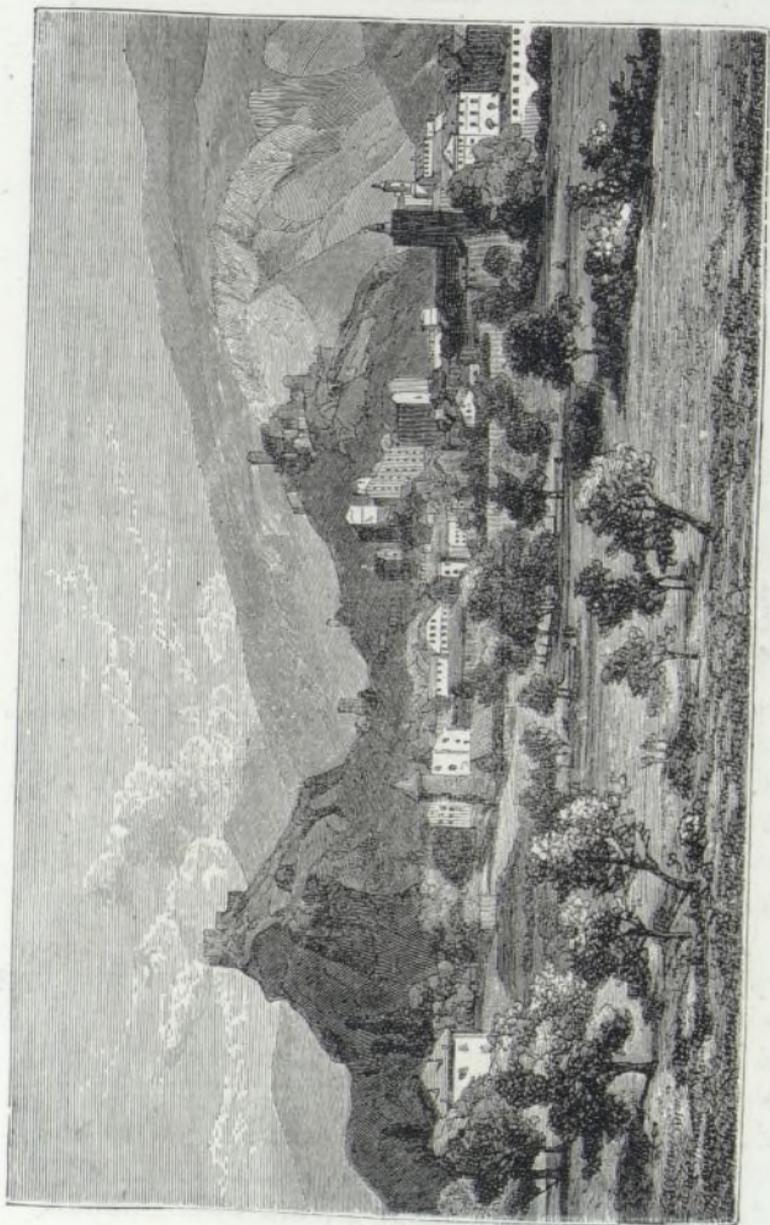
En la vertiente norte de los Pirineos, las huellas

de los ventisqueros se muestran por todas partes y los trozos erráticos abundan. La vertiente sur presenta también signos característicos del mismo fenómeno, que parece haberse detenido en España en las montañas de Galicia. En África la cordillera del Atlas no ofrece ningún vestigio de terreno errático.

Un fenómeno no menos importante que el de los trozos erráticos se ha observado en las montañas que los rodean. La superficie de estas montañas, en las escarpaduras, en los ángulos y en el fondo de los valles, no solamente se ve usada y lisa, sino que muestra también surcos y estrias, paralelas en general, que no pueden provenir sino del paso de los trozos. Se ha atribuido largo tiempo el transporte de estos trozos á la acción de enormes corrientes diluvianas, que los habrían arrastrado con el fango, la arena y el casquijo de que estaban cargados. Pero en esta hipótesis, todos los pedazos deberían de presentar las señales de un transporte tan violento, mientras que más á menudo su notable estado de conservación prueba que no han sufrido ninguna otra degradación á no ser las que provienen de los agentes atmosféricos, y, por consecuencia, que no han podido ser transportados más que por los ventisqueros ó por los hielos flotantes.

Antiguos ventisqueros.

El estudio muy completo en que M. C. Martins demuestra la antigua extensión de los ventisqueros de Suiza, hace comprender perfectamente la evi-



LOS VENTISQUEROS.

Monte de Sion, cerca de Ginebra.

dencia de las señales numerosas que afirman la existencia de un período durante el cual gran parte de nuestros continentes ha estado sepultada bajo la nieve. Sentimos no poder seguir al sabio naturalista cuyas interesantes observaciones hemos reproducido ya en el curioso exámen del antiguo ventisquero del Arve, mostrando con él las señales de toda naturaleza que atestiguan su prodigioso desarrollo durante el período ventiscoso. Señales análogas hacen no ménos evidente la existencia de otros poderosos ventisqueros que iban á desembocar en el de Arve. En vez de componerse de trozos graníticos, la *moraine* de estos afluyentes es frecuentemente calcárea como la montaña que los domina, y la suposicion de una corriente diluviana no puede explicar esta diferencia de composicion mineralógica entre las hileras de trozos depositados en las orillas de un mismo torrente, que hubiera debido aglomerarlos sin órden ninguno.

Déspués de haber franqueado los montes Saleves, cuyas extremidades contornea, el ventisquero de Arve ha venido á arrojar sus últimos pedruscos en el monte de Sion, situado cerca de Ginebra, en el punto divisorio de las aguas que caen en el lago Lemán ó en las de Annecy.

« En las dos vertientes del monte de Sion, dice M. C. Martins, el geólogo halla pedruscos erráticos de naturaleza muy variada, y, acordándose de las montañas en que estas rocas forman macizos considerables, adquiere la conviccion que se halla en el punto de encuentro de tres grandes ventisqueros antdiluvianos : el del Ródano, que llenaba todo el

receptáculo de Lemán : el de Isere, que, desembocando por los lagos de Annecy y de Bourget, se extendía hasta Lyon; y el del Arve, que, intercalándose entre ellos como un rincón agudo, venía á terminarse cerca de la aldea de Vers. El humilde monte de Sion era, como lo dice M. Arnold Guyot, á quien se debe este magnífico descubrimiento, el punto en que iban á reunirse esos poderosos ventisqueros que tan profundamente han modificado la superficie del llano comprendido entre los Alpes y el Jura. No seguiremos á todos en su camino, porque todos nos presentarian particularidades análogas á las del ventisquero del Arve. Tracemos solamente á grandes rasgos los límites de la antigua extension de los ventisqueros.

« El ventisquero del Ródano tomaba nacimiento en todos los valles laterales que cortan las dos cordilleras paralelas del Valais, y donde se hallan las montañas mas elevadas de la Suiza, el monte Rosa, el monte Cervino, la Jungfrau, el Velan, etc. Este ventisquero llenaba el Valais y se extendía por el llano comprendido entre los Alpes y el Jura, desde el fuerte de la Exclusa, cerca de la pérdida del Ródano hasta los alrededores del Aarau. Era el ventisquero principal de la Suiza, que ha acarreado aquellos innumerables pedruscos que cubren el Jura hasta una altura de 1,040 metros sobre el nivel del mar. Los demás ventisqueros solo eran débiles afluentes de los del Ródano, incapaces de hacerle desviar de su direccion. Así, cuando el ventisquero del Arve le encuentra en la cresta de Saleves ó en los flancos de Voirons, se reconoce en la disposicion de las *morai-*

nes que el ventisquero del Ródano continúa su camino, mientras que el del Arve se detiene bruscamente. Lo mismo un rápido río rechaza al débil arroyo que le presta el tributo de su onda.

Los otros ventisqueros secundarios ocupan los principales valles de la Suiza. Tales eran los ventisqueros del Aar, cuyas últimas *moraines* coronan las colinas de los alrededores de Berna y el de la de Beuss, que ha cubierto las márgenes del lago de los Cuatro-Cantones, de trozos arrancados á las crestas de San Gothard. El de Linth se detenía al extremo del lago de Zurich, y la ciudad se ha levantado sobre su *moraina* terminal. Por último, el del Rhin, ménos estudiado que los otros, ocupaba todo el estanque del lago de Constanza y se extendía hasta las partes limítrofes de Alemania ¹.

Formacion del relieve de los Alpes.

Ya hemos dicho que, sobre la vertiente meridional de la cordillera de los Alpes, los antiguos ventisqueros descendían también á las llanuras de la alta Italia, donde han dejado, así como en las vertientes del norte, las señales más evidentes de su paso. Hallándose en la mayor parte de las comarcas montañosas del globo idénticas huellas que el movimiento de las rocas ha producido en los ventisqueros, es prueba evidente que los valles de estas comarcas han sido hollados y cavados por un agente cuyo incomparable poder estaba en relación con el prodigioso trabajo de la na-

¹ *Du Spitzberg au Sahara*. Librería Bailliére, Paris, 1866.

turaliza en las épocas en que construía nuestra terrestre vivienda. Basta comparar las dimensiones de los ventisqueros actuales, reducidos generalmente á extensiones de 15 á 30 kilómetros y á espesores de 100 á 200 metros, á las dimensiones de los antiguos ventisqueros, que frecuentemente tenían hasta 240 kilómetros de largo sobre 800 y 1,000 metros de profundidad, para hacerse una idea de la fuerza erosiva en relacion con un desarrollo semejante. M. Tyndall escribía á este propósito al SATURDAY REVIEW ¹;

« Dijimos, en el verano de 1863, que los Alpes han sido formados, según el relieve actual, por el agua de hielo. La generalidad de los que han visitado estas montañas acogieron este aserto con cierto aire de incredulidad. Así, del punto en que nos encontramos en este momento, hasta el fondo del valle, hay una diferencia de 3,000 piés por lo ménos. El mismo valle hállase cubierto de árboles y verdura. Véanse aldeas construidas todas de madera que se extienden en su superficie, y las vacas, en las verdes lomas, hacen resonar sus esquilonos. Sin embargo, no hay ni un pié cuadrado de esta fértil tierra que no haya estado en otro tiempo sepultado en la nieve. Repárense esas rocas : sus aristas no son agudas ni se hallan cubiertas de asperezas como las de las crestas superiores, sino por el contrario enteramente lisas. Todas esas asperezas han sido usadas. Por quién ? Por un inmenso ventisquero que llenaba antes el valle. Tenía en su poder el estanque ocupado

¹ *Notes from the Alps.*



El monte Blanco visto desde el Jura.

hoy por el lago de Ginebra, corrian por los llanos de la Suiza sus congeladas ondas, y solo se detenia ante la barrera lejana de los montes del Jura. Al fondo de este mismo valle el ventisquero caminaba pausadamente, es verdad; pero con una irresistible energía. Tal es el cepillo de modelar que ha redondeado las rocas : tal es la reja del arado que ha cavado tan profundos surcos en los costados de las montañas, y cuyo paso ha dejado atrás esos largos bancos de *moraines*. Tan poderoso instrumento no ha podido obrar durante el período incalculable de tiempo de la edad de hielo, sin haber alterado profundamente la estructura de la protuberancia contra la cual se ejercia. Si una protuberancia semejante habia sido en un principio perfectamente uniforme y compuesta de materiales de igual resistencia, nadie duda que el agua, por su efecto disolvente, el hielo por su accion mecánica no hubiesen pulido con regularidad la superficie. Pero nada hay uniforme en la naturaleza. »

Los Andes, el Himalaya, los montes centrales del Africa y la Nueva Zelandia, tienen aun hoy dia, como los Alpes, ventisqueros cuyo terreno errático prueba la antigua extension, y, repitámoslo, entre los polos y la zona media de los dos hemisferios, no hay un país que no reproduzca las mismas señales, atestiguando la existencia de un período ventiscoso anterior al período volcánico, y viniendo de este modo á preparar nuestras tierras de cultivo.

Ventisquero artico.

La generalidad de este gran fenómeno es sobre todo visible cuando se considera la inmensa superficie invadida por el ventisquero del polo boreal, que se extendia en la Rusia oriental, en Escandinavia, en las islas Británicas y en la América del Norte, alcanzandola Finlandia, la Inglaterra y la latitud de Nueva-York. Esta invasion ha dejado señales de toda naturaleza encontradas por los naturalistas, no solamente en las cordilleras antiguamente recubiertas por el ventisquero polar, sino tambien en los terrenos levantados, en cuya superficie yacen trozos erráticos trasportados por los hielos flotantes á los mares cuyo lecho forman. « Desde hace mucho tiempo, dice á este propósito M. C. Martins ¹, se habian señalado como curiosidades naturales los numerosos trozos diseminados en los arenosos llanos de la Alemania septentrional y de la Rusia de Europa. Ignorábase de dónde provenian estos trozos, no se comprendia cómo habian podido ser trasportados : esas imponentes masas habian herido la supersticiosa imaginacion de los pueblos, y desempeñaban un gran papel en las misteriosas ceremonias del culto druídico. El trozo mas meridional de la Alemania á 51°, 16 de latitud, señala el punto en que Gustavo Adolfo cayó victorioso sobre el campo de batalla de Lutzen. »

Debemos mencionar aqui la importante Memoria

¹ *Les glaciers et la période glaciaire : Revue des Deux Mondes.* Enero, 1867.

presentada al instituto por M. Durocher ¹, en la que el sabio geólogo atribuye el fenómeno errático de las comarcas septentrionales de Europa y América á un inmenso diluvio, causado por una enorme masa de agua dirigida de las regiones polares hácia el sur. En su notable noticia sobre esta Memoria M. Elie de Beaumont decia : » El estado perfecto de conservacion de los trozos erráticos es una prueba incontestable de la presencia de enormes copos en el torrente que atraviesa nuestro hemisferio. Con efecto, en un principio, comprendiase á duras penas cómo era posible que despues de haber recorrido distancias iguales algunas veces á muchos centenares de leguas, esos pedruscos hubiesen conservado agudas sus aristas. Su enorme peso no permitia suponer que hubieran podido permanecer suspendidas en la masa fluida, y por consiguiente hubieran debido estar desgastadas y redondeadas por el roce en la superficie de las rocas. »

Si los geólogos no se hallan de acuerdo sobre la causa de este ultimo cataclismo, al ménos ha llamado la atencion de todos la inmensa cantidad de destrozos que se extiende en nuestros continentes, y que prueban la grandeza del fenómeno, atribuida de antemano á las revoluciones que han levantado las grandes cordilleras, á las dislocaciones del suelo que acarrearán estos levantamientos, y que, por la rotura de los diques y el decrecimiento de los rios, hubieran producido, aparte de la aparicion de los Alpes principales ó de la cordillera de los Andes, la pro-

¹ *Comptes rendus*. Enero 1842, pag. 108.

digiosa erupcion de las aguas á que debe añadirse la acumulacion de materias pluviales, pedruscos, cantos rodados y arena, conocida bajo el nombre de *diluvium del Norte*. Parece además muy probable que semejantes movimientos, debidos á la accion de una causa única é instantánea, han producido tambien los diluvios parciales cuya tradicion hallamos en todos los pueblos, y que aun hoy dia amenazan vastas regiones, tales como el gran valle del bajo Canadá ó las fértiles vertientes del mar Caspio, colocadas bajo inmensos receptáculos de agua.

Convencidos del maravilloso poder de una accion lenta y continua, tal como se produce todavia á nuestra vista, y partidarios de la teoría de los ventisqueros, creemos sin embargo que importa no buscar en un solo principio la causa única de todos los fenómenos geológicos, y participamos de la opinion, muy juiciosa á nuestro parecer, expresada en el siguiente pasaje : « Un error que estravia muchos juicios sensatos, es el querer absolutamente hallar una causa única para un gran número de hechos diferentes. Segun ellos, la teoría que no explica todo es absurda, y quieren una hipótesis que dé la solucion completa de todos los fenómenos. Una ley natural, por ejemplo, que explicaria perfectamente los trozos erráticos ó el diluvium, se veria rechazada si no da ninguna razon de la rotura de las capas ó de la formacion de las montañas y recíprocamente. No hay razones para pensar que todos los hechos oscuros deben tener el mismo origen, y se me figura que se llegaria mas seguramente á la verdad buscando

una explicacion particular á cada fenómeno ^{1.} » A Saussure, Leopoldo de Ruch y A. de Humboldt se debe la teoría de los levantamientos, desarrollada científicamente por M. Elías de Beaumont, cuyos perseverantes trabajos nos han valido el conocimiento de la edad relativa de las montañas por el estudio de las capas levantadas y de los lechos en plaza, uno de los mejores descubrimientos de la geología. Ya hemos indicado ² los recientes desarrollos dados por este ilustre sabio á la teoría del paralelismo de las cordilleras contemporáneas, teoría que viene hoy á completar el descubrimiento de un enrejado pentágono trazado por el conjunto de las cordilleras que han aparecido sucesivamente. El pentágono es la figura en la que debe fundirse la superficie cuajada de un globo derretido disminuyendo de volúmen por el enfriamiento, para que produciendo la rotura el trabajo de las fuerzas sea lo mas leve posible. El enfriamiento secular de nuestro planeta habrá sido, pues, la causa de las deformaciones de la capa terrestre y de su unidad de estructura. Semejantes miras, aun cuando condujeran á modificarlas las mas numerosas observaciones en las partes del globo inexploradas aun, no por eso dejan de presentar en la ciencia hechos de una gran importancia que estimulan á nuevas investigaciones y acarrear nuevos progresos. Nos enseñan por otra parte á considerar con Herschell las revoluciones geológicas « mas bien como los efectos necesarios y regulares de

¹ *Révolutions de la mer*, por J. Adhemar, 2ª edicion. Paris, 1860.

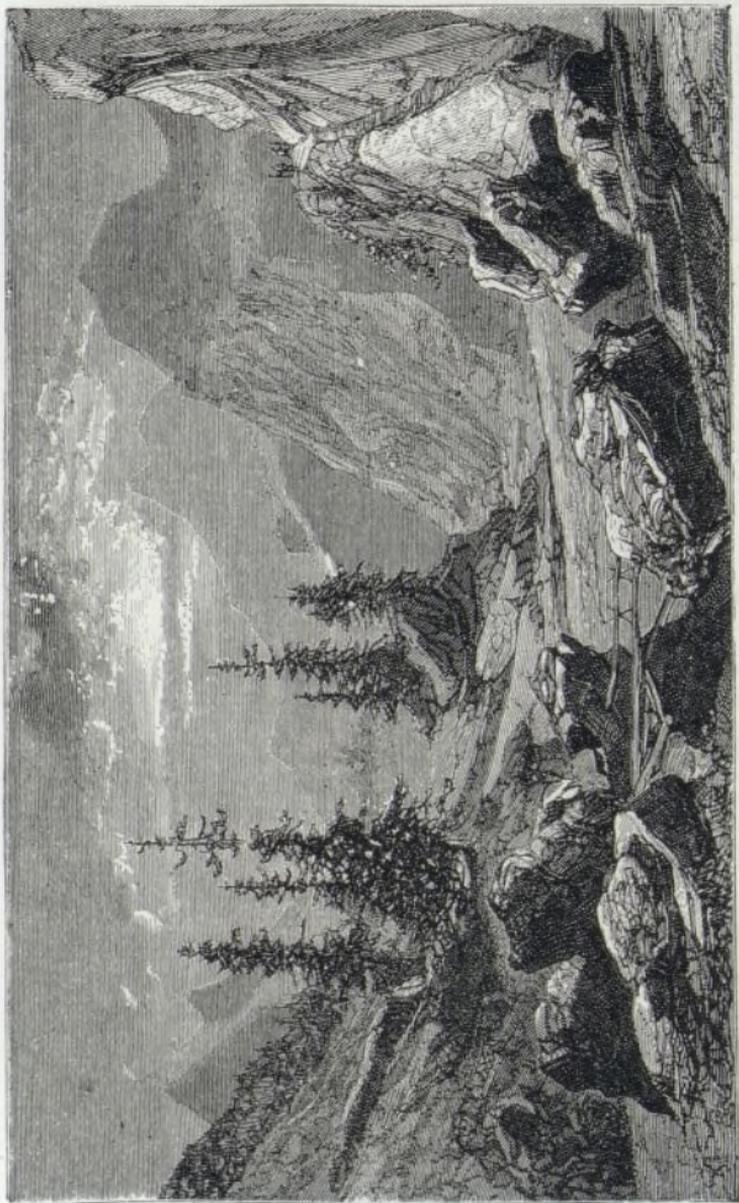
² *Volcanes y terremotos*.

causas generales, que como el resultado de convulsiones y catástrofes que ninguna ley arregla y que no pueden hacer relacion á ningun principio fijo. »

Clima del periodo ventiscoso.

Los mas recientes descubrimientos relativos al período ventiscoso prueban al mismo tiempo que este periodo tuvo una gran duracion y que atravesó por diversas alternativas de temperatura. Numerosas observaciones han permitido reconocer en los antiguos ventisqueros diferentes fases sucesivas de extension y de retirada, correspondientes probablemente á otras tantas fases de levantamientos y de aminoraciones parciales. Estas oscilaciones no producian solamente cambios en la elevacion de las masas montañosas en que nacen los ventisqueros : conducian tambien considerables variaciones en la distribucion geográfica de los mares y en la direccion de las grandes corrientes oceánicas, variaciones que se hallan en una relacion evidente con las de la temperatura.

Asi, por ejemplo, el gran desierto de Sahara ha sido formado por el levantamiento reciente del lecho de un mar que se estendia desde el golfo de Gabes hasta el norte de la Senegambia. En aquella época el *Sirocco*, que en Suiza lleva el nombre de *Fohn*, y que trae á Europa parte del abrasador calor de las arenas del desierto, pasaba por la vasta extension de este antiguo mar, cuya temperatura era mucho mas baja. La nieve de las cimas, no podia pues, como hoy, derretirse á la simple vista, y limitar las usurpaciones de los ventisqueros.



Lecho de un antiguo ventisquero.

La mas considerable de las grandes corrientes oceánicas, el *Gulf-Stream* que tiene su origen en el golfo de Méjico y cuyas templadas aguas vienen á moderar el frio de los inviernos en las comarcas occidentales de Europa y á desprender de la márgen los poderosos ventisqueros que se forman en los valles del Spitzberg, no ha seguido siempre probablemente la misma direccion, dependiendo tambien evidentemente de los accidentes que han podido modificar en su trascurso el relieve de la capa terrestre. Fácil es comprender el papel que ha debido desempeñar semejante cambio en la distribucion del calor por la superficie del globo si se recuerda la siguiente descripcion :

« A su salida del golfo de Méjico, el Gulf-Stream, tiene por lo ménos 3,000 piés de profundidad y 60 millas de ancho : su velocidad, en los estrechos de la Florida, es de 4 millas por hora. Continúa en seguida por las costas de América, remontándose hácia el norte, y entónces extiende sus aguas sobre el mar como un manto de calor, cubriendo una inmensa extension y abrigando millares de criaturas, que durante el invierno y hasta en nuestras costas de Europa, hallan allí un abundante sustento. Si el calor trasportado por esta prodigiosa corriente pudiera utilizarse, seria suficiente para mantener en constante actividad una fragua gigantesca, capaz de dar una corriente de hierro fundido de un volúmen igual al del mayor rio. A ese calor bienhechor debe la Irlanda el verdor que ha hecho que se la llame la *esmeralda de los mares*, y nuestras costas occidentales le deben tambien los pastos que

en pleno invierno, cuando todo se halla cubierto de hielo en las latitudes correspondientes de América, ofrecen al pastor un alimento para su ganado ¹. »

M. W. Hopkins, geólogo inglés, ha probado que se reproducirían en la Europa Occidental iguales fenómenos á los del período ventiscoso, si el Gulf-Stream no siguiera su curso actual. Durante aquel período, el continente de la América del Norte, cuya emersion es relativamente reciente, no existía aun, y el Gulf-Stream se dirigía hácia el sitio del valle actual del Misisipí.

Por otra parte, M. Constant Prévost ha notado que un terremoto que produciría la rotura del istmo de Panamá, y que, de resultas cambiaría ó por lo ménos modificaría la direccion de esta poderosa corriente, produciría grandes cambios en el clima de Europa. Según el mismo sabio, basta que una gran parte de Europa haya estado bajo las aguas al fin de la época terciaria (lo que se ha probado por la observacion) para que esta comarca se haya encontrado en condiciones de humedad y de temperatura favorables al establecimiento y á la extension de los ventisqueros ². » M. Constant Prévost añade que si la rotura del istmo coincidiera hoy con una sumersion semejante, los ventisqueros de nuestras montañas se adelantarian prontamente en los llanos.

Análogas consideraciones, que tienden á conducir la explicacion de los fenómenos ventiscosos á la doctrina de las causas actuales, han sido presentadas

¹ *Geographie physique* para uso de la juventud, par M. F. Maury. (Librería Hetzel.)

² *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXXII.

por un naturalista ilustre, sir Cárlos Lyell, en sus *Principios de geología* ¹. » Estas consideraciones explican las alternativas de climas rigurosos y suaves y la conservacion de las especies en las mas templadas zonas durante el período ventiscoso : M. Cárlos Martins ha demostrado muy bien por otra parte que el inmenso desarrollo de los antiguos ventisque-ros no suponía los frios extremos que se podrian imaginar en un principio. Es evidente en efecto, despues de lo que hemos dicho sobre la trasformacion de la nieve en hielo por fusiones y congelaciones repetidas, que este fenómeno no podria tener lugar con un clima de un extremo rigor. Por otra parte, un cálculo muy sencillo en el límite de las nieves perpetuas del monte Blanco prueba que este límite ha debido descender 750 metros por un descenso de 4 grados en la temperatura media anual de las comarcas en que se descubren sus señales. Hemos indicado algunas de las causas múltiples que han podido producir estas variaciones de clima : réstanos reasumir los excelentes é interesantes estudios de M. Tyndall, que tienden á probar que el período ventiscoso, tuvo por causa primera, no el frio, sino el calor.

Ya hemos dicho cómo la nieve acumulada en los circos de las altas regiones alimenta á los ventisque-ros. Esta nieve, caída de la atmósfera, proviene de la condensacion del vapor de agua producido bajo la influencia de los rayos solares, y la abundancia de este vapor es tan esencial como el frio para la rá-

² Traducidos bajo los auspicios de M. Arago, por M^{me} Julia Meulien. Paris, 1845.

vida formacion de los ventisqueros. « Para producirse la nieve, dice muy bien M. Tyndall, tiene necesidad de su primera materia, y esta primera materia, el vapor acuoso del aire, es el producto directo del calor. — Está perfectamente manifestado que al perder el vigor la accion del sol, sea por una disminucion de emision, sea haciendo atravesar á todo el sistema solar un espacio de baja temperatura, destruiremos los ventisqueros en su origen. Las vastas masas de montañas de hielo necesitan infaliblemente masas adecuadas de vapor atmosférico, y, de parte del sol, una accion enérgica en la misma proporcion. Cuando, por medio de un aparato destilatorio, se quiera aumentar la cantidad de líquido destilado, seguramente que para obtener este aumento no se ensayará retirando el fuego de debajo de la caldera : así, pues, si yo no lo comprendo mal, esto es lo que han hecho los físicos que han querido producir los antiguos ventisqueros por la disminucion del calor del sol. Es completamente evidente que la cosa mas indispensable para producir los ventisqueros es un *condensador perfeccionado*; no tenemos ni un ápice que perder de la accion solar : si algo necesitamos es mas vapor, y sobre todo un condensador bastante poderoso para que este vapor, en vez de caer en chubascos líquidos sobre la tierra, esté bastante amenguado en su temperatura para descender en nieve ¹. »

M. Tyndall añade á estas consideraciones una importante observacion sobre las causas que, con la

¹ *La chaleur considérée comme un mode du mouvement.*

reduccion de las cúspides, han podido contribuir á la retirada ó á la desaparicion de los antiguos ventisqueros. La velocidad de descenso de estas enormes masas viéndose en relacion con sus dimensiones, y habiendo dado lugar su paso á presiones verticales que se elevaban hasta 500 toneladas por metro cuadrado, se comprenderá su irresistible accion sobre el suelo y aun sobre las mas duras rocas. Al abrirse así una via hácia el llano, al cavar los profundos



Trozo errático, en el país de Gales.

valles en que la temperatura no permite ya conservar al agua su forma sólida, y que envian, como inmensas chimeneas, grandes corrientes de aire caliente hácia las alturas, al ejercer sus fuerzas, los gigantes del período ventisquoso preparan su desaparicion. « El ventisquero se agita y trabaja. Del mismo modo que los cuerpos vivos muere por agitarse. Y cuando desaparece ha contribuido segun sus fuerzas á abrir nuevas vias de emigracion de las especies, y á preparar un suelo sobre el que pueda salir á luz la vida moral con todas sus com-

plicaciones y bellezas. Así, no hay corazón verdaderamente religioso que no sienta amor por las grandes energías de la naturaleza, en medio de la calma de las noches de verano de la Suiza, mientras que en el ventisquero olvidado evoca uno de esos poderosos obreros cuyo paciente y robusto brazo ha cincelado la figura de la tierra ¹.

¹ *Sur le mouvement des glaciers et le climat de la période glaciaire*, par M. Félix Foucou. *Revue de Paris*. Setiembre 1864. Hállase en prensa una traducción del mismo autor de *Glaciers des Alpes*, de J. Tyndall.

IV

VENTISQUEROS DE LOS ALPES.

Caminata por los ventisqueros. — Ventisqueros del monte Blanco y del monte Rosa. — Ventisquero de Schwarze. — Música de los ventisqueros. — Ventisquero de Grindelwald. — Circo de Finster-Aar. — Mar de hielo de Grindelwald. — El Schreckhorn y el Finsteraarhorn. — Ventisquero de Finster-Aar. — Hielos de las altas regiones. — Expedición de invierno al mar de hielo del monte Blanco. — Huracán en el ventisquero. — Flores de nieve. — Manantial de Arveyron.

Ventisqueros de los Alpes.

Después de haber dado sucintamente á conocer las principales leyes que presiden á la formación y movimiento de los ventisqueros, réstanos ahora describirlos. Los límites á que nos vemos reducidos en este resúmen, y la perfecta semejanza de los fenómenos en todos los puntos del globo en que se acumulan los hielos, nos obligan á no salir de los Alpes y á escoger nuestras descripciones en las relaciones de los viajeros y sabios que han explorado esta gran cordillera, y que han contemplado la imponente belleza de los magníficos paisajes que ofrece á nuestra admiración.

Lo que primeramente llama la atención al aproximarse á la region de los ventisqueros, es el maravilloso aspecto de esas enormes masas, de esas montañas de plata sembradas de manchas verdosas indicando las estrechas y profundas hendiduras que dividen el ventisquero. Desde cerca, estas grietas, cuyo interior deja ver una pared de hielo trasparente cambian de color segun el juego de la luz, y toman sucesivamente un tinte purpúreo, azul celeste ó pensamiento sumamente hermoso. Mas allá de los hielos, cuyas extensas ondas sobrepuestas de crestas brillantes como el cristal se elevan hasta las cimas y parecen suspendidas sobre los valles, la vista descubre la fila de negras rocas y de agudos picos de donde se hunden los trozos que se aglomeran sobre los bordes y en el centro de los ventisqueros. No hay nada que pueda representar la belleza de estos vastos anfiteatros, cuando muestran al sol su trasparente superficie, cuya fúlgida blancura está mezclada con extensas sombras de un azul ultramarino que descienden de las cúspides. Frecuentemente las pendientes que costean la parte inferior de los ventisqueros están cubiertas de hermosos bosques de un verde sombrío que contrastan con la blancura de los hielos, á cuyos piés se extienden ricos pastos, vergeles y tierras labradas.

En su estado actual, los Alpes presentan dos mares de hielo principales y contiguos, uno al nordeste y al sudoeste el otro. El primero encierra los montes que se encadenan desde el San Gothard y el Grimsel hasta el Schreckhorn : el segundo las formidables cúspides comprendidas entre el San

Bernardo y el monte Blanco. De esos dos mares parten una porcion de ramales que se cruzan y confunden, siguiendo las pendientes, como torrentes helados, que llenan las profundidades, se apoderan de los valles y llegan en los llanos hasta el medio de las mieses.

Segun los lugares y las circunstancias, los ventisqueros presentan grandes variedades de formas y aspectos. Hacia las cúspides, en las regiones en que pueden extenderse libremente, su apariencia es la de un mar en calma, que la marejada riza. En los estrechos, en los valles angostos, ese mar se convierte en verdadero torrente cuyas olas chocan y se precipitan. Algunas veces permanecen en pié bandas de hielo desprendidas de las rocas á pico, bajo formas de agujas trasparentes. Dobléganse en bóveda al borde de los precipicios grandes masas, y, cuando se ha desprendido ese saliente, se ve levantarse, á una altura espantosa, una brillante pared de nieve viva. En esas regiones extrañas, todo recuerda la idea del movimiento, y sin embargo el silencio reina allí, interrumpido solamente por la caida de las rocas y de las avalanchas ó por el bramido de las tormentas.

En el invierno extiéndese un blanco sudario en aquellos helados desiertos donde borra toda señal de vida. Las nieves invaden la inmensa cordillera de los Alpes, interceptan las comunicaciones, se aglomeran al abrigo de las tempestades, en las gargantas y los precipicios, en la concavidad de los valles, en los circos, preparando allí á los ventisqueros nuevas fuentes de alimento.

En los primeros días de la primavera, un soplo ligero quita de las pendientes inferiores el espeso manto, bajo cuyo abrigo se conserva la fresca lozanía de los valles alpestres. Aparecen de nuevo los pastos, los pinos sacuden sus ramas cargadas de escarcha, el sol devuelve su actividad al curso de las aguas que provienen del deshielo de las nieves, conducidas á los límites que les marca el verano. Estas aguas, absorbidas por las grandes hondonadas que cortan el hielo en todas direcciones, se vacían en los canales inferiores, contribuyendo á ahuecarlos, alimentando los manantiales y corriendo por hermosas praderas que fertilizan por las grutas que se abren al pié de los ventisqueros bajo la influencia del calor.

Caminata por los ventisqueros.

Si la belleza luminosa y el aspecto pintoresco de los ventisqueros atraen numerosos viajeros, que arrostran por contemplarlos las fatigas de un camino las mas de las veces peligroso, débense sobre todo á los sabios las mas completas é interesantes descripciones, no solamente de los fenómenos que esos tan extraordinarios lugares ofrecen al estudio y curiosidad, sino tambien de los espectáculos variados que presentan en todas las estaciones, y á cada diferente hora del dia ó de la noche.

Las conquistas de la ciencia, que exigen siempre la perseverante voluntad sin la cual ningun descubrimiento es probable, necesitan tambien la firme resolucion, la paciencia enérgica que ponen al ser-



El monte Blanco.



Copyright 1910 by the
Author

vicio de nuestros semejantes la mas noble de las virtudes de que pueda gloriarse el hombre, la virtud de la abnegacion. M. Dollfus-Ausset, uno de los hombres mas intrépidos en esta materia, ha reunido en una excelente coleccion ¹ las principales relaciones de los intrépidos exploradores, y de los sabios á quienes debemos el conocimiento de los ventisqueros. De esas relaciones tomaremos algunas de las siguientes descripciones, escogidas para dar al mismo tiempo á nuestros lectores una idea mas completa de esos fantásticos desiertos y de los peligros que deben arrostrar aquellos que quieren recorrerlos para estudiar sus maravillas.

**Las grietas. — Puentes de nieve. —
Nevés.**

Nos limitaremos á indicar solo con títulos la fecha de las exploraciones y el nombre de los exploradores.

Ascension al monte Blanco, por H-B. de Saussure.
Agosto 1787 :

«..... Entramos en el ventisquero de la Costa, frente por frente de los trozos de granito á cuyo abrigo habiamos dormido : su entrada es muy fácil, pero á poco se interna uno en un laberinto de rocas de hielo separadas por anchas grietas, enteramente abiertas aquí, mas allá llenas en todo ó parte de

¹ *Matériaux pour l'étude des glaciers*, par Dollfus-Ausset. Estrasburgo, 1864. — T. IV, Ascensiones.

nieves, que forman frecuentemente especies de arcos agujereados por debajo, y que no obstante son algunas veces los únicos medios que hay para atravesar estas grietas : en otros puntos, hay una arista cortante de hielo que sirve para atravesarlos. En algunos puntos en que las grietas están completamente vacias, se ve uno reducido á bajar hasta el fondo y á remontar en seguida el muro opuesto por escaleras picadas con el hacha en el hielo vivo. Pero por ninguna parte se llega ni aun se ve á la roca : el fondo es siempre de nieve ó de hielo, y hay momentos en que, despues de haber bajado á estos abismos y hallarse rodeado de paredes de hielo casi verticales, no puede uno figurarse por donde saldrá. Sin embargo, mientras que se camina sobre el hielo vivo, por estrechas que sean las aristas y por rápidos que sean los cortes, esos intrépidos guias, que tienen el pié tan seguro como la cabeza, no parecen ni asustados ni inquietos : hablan, rien, desconfian unos de otros ; pero cuando es preciso pasar por cima de esas delgadas bóvedas suspendidas sobre abismos, se les ve caminar con el silencio mas absoluto : los tres primeros, amarrados con cuerdas á 5 ó 6 piés de distancia entre sí ; los demás sosteniéndose dos á dos con sus bastones, fija la vista en sus piés, esforzándose cada cual por plantar ligeramente el pié en la huella del que le precede. Cuando sobre todo aumentó aquella especie de temor fué al ver el punto en que uno de nuestros guias se habia hundido la víspera. La nieve le habia faltado de repente bajo sus plantas, formando á su alrededor un vacío de 6 á 7 piés de diámetro, y ha-

bia descubierto un abismo cuyo fondo y orillas no se percibían; y esto en un punto en el que ningún signo exterior indicaba la más ligera apariencia de peligro. Así, una vez que, después de haber franqueado alguna de esas nieves sospechosas, la caravana se hallaba en una roca de hielo vivo, la expresión de alegría y la serenidad brillaban en todos los semblantes: las hablillas y fanfarronadas volvían á empezar, en seguida deliberábase acerca del camino que era preciso seguir, y, tranquilizados con el éxito, se exponían con mayor confianza á nuevos peligros. Empleamos así más de tres horas para atravesar aquel temible ventisquero, por más que no mida más de un cuarto de legua de anchura. Á partir de aquel momento no caminamos ya sino sobre nieves, frecuentemente muy difíciles por la rapidez de sus pendientes, y algunas veces peligrosas, siempre que estas cuestas iban á desembocar en precipicios; pero donde al ménos no se teme otro peligro que aquel que se ve, y donde no se corre el riesgo de desaparecer sin que la fuerza y agilidad dejen de prestar algún apoyo.

» Después de haber caminado durante una hora, vinimos á dar la revuelta á una enorme grieta. Bien que no tuviese más de 100 piés de anchura, no se veía el fondo por ningún lado.

» En un momento en que todos nosotros descansábamos en pié á su orilla, admirando su profundidad y observando las capas de sus nieves, mi criado, distrayéndose no sé como, soltó el pié de mi barómetro que tenía en la mano y resbaló con la ligereza de una flecha sobre la pared inclinada de la grieta,

y fué á parar á una gran profundidad en la pared ópuesta, donde permaneció fijo oscilando como la lanza de Aquiles en la márgen del Escamandro. Lo sentí vivamente un momento, porque este pié no solamente servia al barómetro, sino á una brújula, á un anteojo y á otros varios instrumentos que se fijaban encima. Pero en el mismo momento, algunos de mis guias, conmovidos de mi tristeza, me ofrecieron que irian á buscarlo, y, como me impidiese consentir en ello el temor de exponerlos, protestaron que no correrian riesgo alguno. En seguida uno de ellos se pasó una cuerda por debajo de los brazos, y los otros le descendieron así hasta el pié del barómetro, que alcanzó y trajo en triunfo. Durante aquella operacion experimenté una doble inquietud : primeramente la del peligro del guia suspendido, en seguida, como nos hallábamos á la vista y enfrente de Chamounix, desde donde podian seguir todos nuestros movimientos merced á un anteojo, pensé que si, en aquel momento, nos miraban, se creeria, á no dudarlo, que uno de nosotros habia caido á la grieta y que íbamos en su busca. Despues supe felizmente que en aquel momento nadie nos miraba.

» Nos vimos obligados á atravesar aquella misma grieta por un puente de nieve rápido y peligroso : despues de lo cual, llegamos, por una pendiente de nieve aun muy rápida, á una de las últimas rocas de la cordillera aislada, donde dormí al siguiente dia al volver de la cúspide, por cuyo motivo la di el nombre de *ROCA DEL FELIZ REGRESO* ¹. »

¹ *Voyages dans les Alpes*, par H. B. de Saussure.

Ascension à los picos del Monte Rosa.

Par MM. Zumstein¹, Vincent y Molinatti.

Julio 1820.

« Zumstein representa el *nevé* del monte Rosa como uno de los puntos mas extraordinarios y grandiosos que puedan hallarse en los Alpes. Es un círculo ovalado cuya extension total calcula en cinco



Monte-Rosa.

horas del este al oeste, y de *dos horas* de norte á sur. En ese inmenso espacio no se ve mas que nieve y hielo : aun á la orilla la roca es una excepcion.

» Levántanse en el circuito en semicírculo, como otros tantos colosos, las cinco cúspides mas altas del grupo y el Lyskamm, una ancha almena por

¹ M. Delapierre, inspector de bosques, mas conocido bajo su nombre germánico de Zumstein.

la que se escapa el gran ventisquero del monte Rosa en la dirección del oeste, y detiéndose la vista ante la magnífica pirámide del Cervino. Allí no se oye ni el mas ligero ruido, ni aquella helada region presenta el menor átomo de vida : no existe ni uno solo de esos restos vegetales que barre el viento con frecuencia hasta en los ventisqueros, ni siquiera la nieve roja : de vez en cuando una corneja, de las rocas giraba azarosa para volver á bajar precipitadamente.

» Aquel desierto tenia algo de siniestro, con mayor motivo cuanto que el cielo empezaba á cubrirse y las nubes comenzaban á ganar lo largo de las cimas. La gente de la expedición volvió grupas para ir al encuentro de M. Molinatti, y Zumstein permaneció solo. Durante dos horas trató de buscar á derecha é izquierda en medio de aquel caos un sitio conveniente en que pudiera levantar una tienda y pasar la noche.

» Pero ni siquiera descubrió uno : ni aun el menor lienzo de rocas que pudiera prestarle abrigo contra un temporal imprevisto : nada, sino una superficie desnuda y monótona. Por fin, á fuerza de mirar y remirar en todas direcciones, concluyó por apercibir hácia la extremidad del círculo y en donde comenzaba á inclinarse hácia el norte, un pliegue, una depresión. Acudió allí á toda prisa. ¡ Fortuna inesperada! era un abrigo bien singular, bien espantoso verdaderamente; pero en fin, eso era mejor y mas que nada, y tal era la posición que hubiera sido inútil mostrarse descontento. Dicho abrigo era simplemente una inmensa hendidura de unos veinte



Ventisqueros del Monte Rosa.

piés de profundidad, cuyo fondo parecia guarnecido de una nieve sólida que el viento habia amontonado allí. Se extendia de sur á norte, y como tenia unos quince piés de ancha era suficiente espacio para los que debía encerrar en ella. Contento y reanimado por su descubrimiento, Zumstein volvió atrás para mostrar la ruta á sus compañeros.

» Eran las seis de la tarde; la noche se aproximaba, y los encargados de llevar las provisiones, la leña, y la tienda, etc., no parecian aun. El termómetro que durante todo el día marcó 8 grados sobre cero habia descendido á 7 bajo cero. Esta enorme diferencia de 15 grados en pocas horas, se hizo sentir con tanta mas energía en Zumstein, por muy robusto que fuese además, cuanto que habiendo sufrido calor en una primera expedicion, tuvo la imprudencia de vestirse con ropa muy ligera. Estaba á punto de desfallecer y perdiendo el ánimo iba á adormecerle el sueño polar, cuando el mas antiguo de los compañeros, el viejo cazador José Beck que le apercibió, le asió y le dió fricciones ó mas bien le raspó muy vigorosamente hasta ponerle en pié. El frio crecia en intensidad y la angustia iba tambien en aumento. Terrible es ver á estos hombres á 13,000 piés (4,223 metros) de altura, con 8 grados de frio y con la perspectiva de tener aun mas, sin socorro, sin fuego, sin víveres, al aire libre, sobre el hielo, expuestos á toda la violencia de las tormentas que estallan con frecuencia á una altura semejante. « Eso, dice Zumstein, que conoce las altas regiones de los ventisqueros, puede dar una idea de los peligros que nos amenazaban. » La si-

tuacion era irresistible, todos resolvieron volver atrás y acometer los honores de un descenso en medio de las tinieblas, cuando con inmensa alegría, vieron aparecer los mozos, y recobraron la esperanza.

» Llegaron á la grieta del lado norte, donde una pendiente de 25 grados les condujo hasta el borde de la pared. Allí, el viejo Beck, armándose con una hacha, cortó en el hielo una escalera de cuarenta peldaños, por la cual bajó al fondo del antro, que sondeó en todos sentidos para asegurarse de su solidez. Todos bajaron en seguida por allí y se encontraron bien pronto reunidos en las entrañas del ventisquero. ¿Qué habia debajo de ellos? Nadie lo podia decir. ¿Les sostendria la nieve toda la noche? Nadie lo sabia. ¿Se levantaria algun temporal con el día? Podian temerlo, y en ese caso, todos hubieran sucumbido, sepultados en la nieve ó en las profundidades del abismo. Por el momento no se cuidaron de otra cosa sino de reanimarse lo mas pronto. Los ménos transidos plantaron la tienda; se encendió fuego : no se tardó en servir una sopa caliente y en combatir victoriosamente el frio en el bivac mas elevado que se ha establecido en Europa; debia ser objeto de un cuadro extraño, á propósito para excitar la imaginacion de un artista.

» Entregándose en manos de la Providencia, nuestros hombres, en número de once, se embozaron en sus mantas, se acostaron de lado, juntándose bien unos con otros, y durmieron con un apacible sueño hasta la mañana, sin haber sufrido frio, exceptuando el primero y el último de la fila. Du-

rante la noche Zumstein despertó á causa de unas palpitaciones que le sofocaban; salió para reponerse y no tardó en encontrarse mejor. A cosa de las tres, habiéndose levantado uno de los guías para encender el fuego y preparar el desayuno, fué asaltado al abrir la tienda por un golpe de viento tan fuerte y tal nube de nieve hecha polvo, que se apresuró á entrar y á buscar abrigo entre sus camaradas.

» Como quiera que el viento calmara cerca de las seis, y se dulcificara un tanto el frio, cada cual se levantó y saludó con trasporte los primeros rayos de sol que penetraban en la gruta. Un espectáculo extraordinario é inesperado se ofreció á su vista. La extremidad sudeste de la grieta estaba formada por una punta de hielo el mas puro y del mas bello azul, donde mil cristales brillaban como diamantes á los rayos del dia. A la punta, en el interior de la caverna habia suspendidos pedazos de hielo en cubos, en cilindros, en pirámides que amenazaban hundirse, y cuyos fragmentos estaban esparcidos por el suelo, digámoslo así, de este antró. El reflejo de la lumbre sobre las superficies azuladas daba á los semblantes una tinta lívida que asustaba al verse y aumentaba la extrañeza de la escena. La pared oriental descendia verticalmente á una profundidad insondable, toda rayada de bandas de diversos matices de 3 á 4 pulgadas de ancho y en direccion de Norte á Sud. Estas bandas que indicaban las capas de nieve sucesivamente amontonadas, podian contarse en número de ciento, antes de perderse en la oscuridad del abismo. Un frio glacial que traspasaba

el cuerpo impedía permanecer en la caverna á los espectadores todo el tiempo que hubieran deseado. Sin embargo, fueron mas allá de lo que permite la prudencia y penetraron hasta doscientos pasos de la entrada. Segun la elevacion de la bóveda por cima de sus cabezas, Zumstein evalúa en un centenar de piés el espesor de la capa superior de hielo, en el punto mas bajo á donde llegaron 1. »

Paso del Schwarz Thor.

Por M. John Ball. — Agosto 1845.

Las siguientes páginas están tomadas de la relacion del sabio presidente del Alpe-Club, una de las mas útiles instituciones bajo todos los puntos de vista, que han sido fundadas para favorecer el celo de los naturalistas, la curiosidad de los viajeros y su valeroso espíritu emprendedor. Sentimos extraordinariamente que la falta de espacio nos obligue á no traducir mas que un extracto de la buena relacion de M. John Ball :

«.....¿ Qué goce puede compararse al de una excursion matinal por los grandes ventisqueros de los Alpes, en el profundo silencio de la naturaleza, en medio de los mas sublimes espectáculos? Un aire vivificador llena de vida y de elasticidad cada uno de los músculos, la vista está reposada, la piel fresca, y todo el ser transido de placer ante el pensamiento de las aventuras que presentará el dia que co-

¹ Resúmen de la *Bibliothèque universelle* de Genève; t. XII, 1861; firmado A BRIGUET.

mienza. En esta disposición me hallaba yo cuando me avancé un poco á mi guia Matías, en la grande sombra que las cimas extienden sobre la vasta superficie del ventisquero de Somer, hasta que se produjo un incidente, del cual temo no poder dar al lector sino una idea imperfecta, á pesar del vivo recuerdo de la hermosa impresion que experimenté. Nos aproximábamos á la *moraine* del ventisquero; el aire estaba en calma, reinaba el silencio: los mil pequeños riachuelos que desde el dia anterior surcaban el hielo bajo la influencia del calor estaban silenciosos mientras tanto, y fantásticos dibujos marcaban la huella de su paso sobre la porosa superficie del ventisquero.

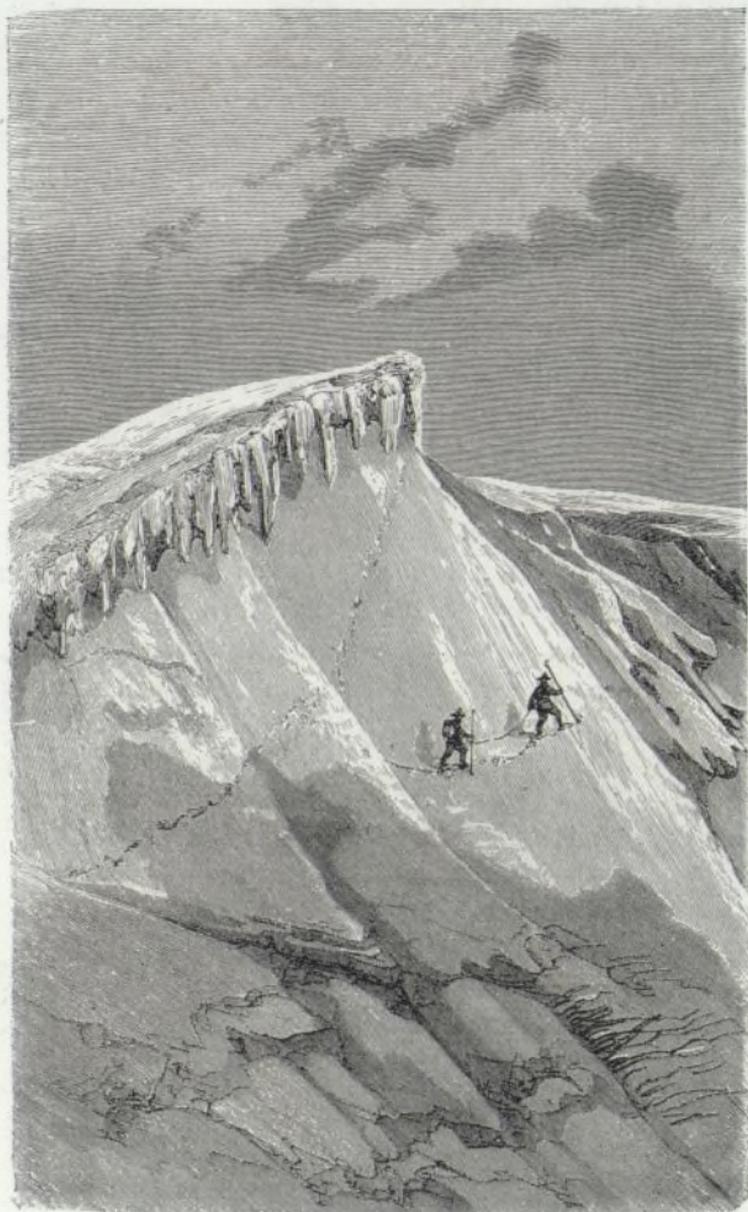
» En aquel instante creí oír, como si llegase hasta mí de una prodigiosa distancia, el dulce y débil sonido de instrumentos de música. Me paré; y escuchando atentamente, no pude dudar de la certeza de la cosa. Pregunté á Matías lo que él pensaba, pero no tenia idea alguna de la causa probable de aquellos sonidos. Recordé entonces que viajeros que pasaron la noche en Grands-Mulets, habian oído el son de las campanas de Cormayeur, é imaginé que se celebraba alguna fiesta en cualquiera de los valles italianos del Monte Rosa, de donde parecia que los sonidos venian. Continuamos nuestro camino y el ruido seguia cada vez mas fuerte, á medida que nos aproximábamos á una estrecha y profunda grieta, en donde nos explicamos el misterio.

» Mucho mas abajo de nosotros, en el interior del ventisquero, un riachuelo caía en cascada de una

cornisa de hielo á otra, y la grieta que se encontraba á nuestros piés, nos trasmitia como un toque de órgano las vibraciones sonoras producidas por la corriente en la masa elástica del hielo. Dos conclusiones interesantes siguieron á esta curiosa observacion en el laboratorio del ventisquero. De antemano nos quedaba demostrado que el movimiento del agua en el interior no habia cesado por la noche y que la helada no se extendia muy abajo de la superficie; en segundo lugar, que las vetas paralelas de la superficie del ventisquero no existian solo en su extremidad inferior, en donde se las encuentra siempre á la punta de las cavernas de donde las aguas corren, sino que probablemente ellas se producen tambien en todas direcciones sobre la superficie entera del ventisquero.

» Habia sospechado muchas veces que el agua filtrada al través de los ventisqueros durante la estacion calorosa, encontraba acá ó allá un canal de salida un tanto horizontal en el interior del ventisquero; pero, durante el dia, el ruido de las aguas corrientes se eleva entónces de todas partes, y seria imposible al oído seguir la huella de un arroyo aislado. Ahora por el contrario en medio del silencio, yo podia distintamente asegurarme que el riachuelo que corria por bajo de nosotros llegaba por una pendiente ligeramente inclinada hasta la grieta, desde donde caía al interior del ventisquero.

» Avanzamos rápidamente y atravesamos pronto el gran ventisquero, inclinándonos un poco á la derecha del Schwarzeberg. La parte inferior del ventisquero de Schwarze fué afortunadamente fran-



Ventisquero de Schwarze.

queada; pero en seguida observamos la nieve fresca que habia caído en gran cantidad pocos dias antes. Preparé entónces la cuerda para un servicio inmediato, ciñéndola y sujetándola al rededor del cuerpo de cada uno de nosotros. Nuestras dificultades comenzaron en la interseccion de los dos sistemas de grandes grietas. El primer puente de nieve cedió á mis pasos y me hundí hasta la cintura; pero con ayuda de mi baston tendido sobre la superficie, no tuve gran trabajo en echarme hácia atrás. Era la primera vez que semejante accidente me acontecia, y como deseaba que Matías conservase el buen humor, hice como que no le daba alguna importancia. Sin embargo, el buen hombre no quedó menos turbado y principió á suplicarme que abandonara una empresa llena de peligros. Le expliqué brevemente que la cuerda bastaba á nuestra seguridad, y consintió en seguirme sobre un nuevo puente mas sólido, que tuvimos pronto que atravesar.

» Teniamos entónces delante de nosotros y sobre nuestra izquierda las grandes riberas escarpadas de hielo que lejos yo habia visto levantarse, y que no presentaban traza alguna de salida. Á nuestra derecha se abria el laberinto de anchas grietas, á través del cual me determiné á buscar un paso, siguiendo el pié del promontorio; pero ese muro de hielo que se elevaba al Sur tenia al abrigo del sol el espeso manto de nieve de que estaban cubiertas las crestas elevadas, entre las grietas, y ni era agradable ni seguro lanzarse de una cresta á otra sobre esa nieve endurecida. A pesar del tiempo que debiamos emplear, resolví hacer la prueba sistemática-

mente en una tras la otra, á fin de no perder ninguna probabilidad de buen éxito. Algunos puentes de nieve nos soportaron, en otros aconteció como en el primero; por fin, yo creí haber encontrado paso; pero algunos bastonazos que dí sobre el puente que atravesaba una ancha grieta, lo mandaron á pedazos á las profundidades azuladas del abismo, y tuve que volver atrás. Despues de nuevas y vanas tentativas sobre otros puentes, Matías, que juzgó era impracticable esa parte del ventisquero, gritó con acento de triunfo. « Ya os dije que era necesario volver. » Pero quedó singularmente desconcertado al ver que por último esfuerzo fui á probar el escalar la pared de hielo que nos oponia su faz casi vertical, ofreciendo mientras en ciertos sitios una pendiente que pude calcular de una inclinacion próximamente de 60 grados. La nieve, que en todos parajes era un obstáculo, allí podia sernos muy útil. Nos daba un firme punto de apoyo para probar el subirnos sobre el hielo que ella cubria, y que sin esa circunstancia, yo no hubiera soñado acometer. Púseme entónces en marcha, tomando la cabeza y trazando el camino con una extrema precaucion.

» La escena era extraordinaria; nunca habia visto el hielo quebrado en masas tan imponentes. Algunas veces, despues de haber laboriosamente alcanzado, casi arrastrando, la cima de una pendiente de mas de cien piés de altura, debiamos bajar á una cavidad profunda, desde donde no percibiamos mas que el cielo y las amenazadoras agujas de hielo que se levantaban por todas partes. Mas de una vez me ví obligado á pasar precisamente por debajo de



Ventisquero de Schwarze.

córnisas de nieve formando franjas de largos canelones, que estaban por encima de cada pendiente. Caminábamos entónces poco á poco y silenciosamente entre esos canelones y el muro de hielo, procurando con mucho cuidado no tocarlos, pues el menor choque podia producir la caida de la frágil bóveda suspendida sobre nuestras cabezas. Los dos grabados adjuntos (páginas 139 y 143) muestran mejor que toda otra descripcion la posicion en que nos encontrábamos. El último representa la parte mas difícil de nuestra ascension, cuyo objeto era conducirnos hácia los campos de nieve ménos inclinados y mas practicable. Estuvimos sobre la rampa exterior de una potente masa, suspendida á gran altura sobre el ventisquero. Me arrastré hasta la cima creyendo poder bajar por la pendiente opuesta; pero allí encontré una muralla de hielo casi vertical, de una altura de 60 á 80 piés, y tuve necesariamente que volver cara atrás. Pensaba entónces al examinar la pendiente, que si podiamos atravesarla mas abajo, estariamos en disposicion de continuar nuestro camino. La inclinacion era al menos de 60 grados, y cuando Matías vió que yo me preparaba á tentar ese paso peligroso, principió á protestar mas alto que nunca, con la conciencia del hombre que camina á un fin seguro. Debí entónces tomar el tono de mando, diciéndole, que siguiendo exactamente mi indicacion nada debia temer; pero que la menor desobediencia le seria ciertamente fatal. Y como en realidad yo no queria arriesgar nada locamente, tomé precauciones inusitadas. Deseando darle á mi compañero la mayor seguridad posible, avancé len-

tamente, dejando en la nieve bien marcadas huellas para cada pié, tan lejos como la cuerda me lo permitia, y llegado al extremo, me afirmé sólidamente sobre la pendiente por medio de mi largo baston. Tiré entonces gradualmente de la cuerda hácia mí al mismo tiempo que Matías se aproximaba, estando preparado á sostenerle, si desgraciadamente resbalase. Temia sobre todo que cediera á algun vértigo si dirigia la vista á las grietas del ventisquero que se extendian lejos por debajo de nosotros y le mandé tener constantemente los ojos fijos sobre mis huellas, donde él deberia poner los piés. Despues de repetir tres ó cuatro veces la misma maniobra, llegamos cerca de la cima sobre una pendiente ménos fuerte á 20 á 30 piés del terraplen tan largo tiempo deseado ¹. »

Pasaje de la Strahleck.

Por MM. Agassiz, Desor, Pourtalès y Coulon.

Agosto de 1840.

« Despues de haber permanendo una semana bajo una roca, sobre la *moraine* intermedia del ventisquero del Aár, hotel de los Neuchateleses, pensamos en realizar nuestro proyecto predilecto, que era probar el pasaje de la Strahleck, atravesando la mar de hielo que separa el ventisquero de Finster-Aár del de Grindelwald.

» De nuestra cabaña al pié de la Strahleck, que

¹ Peaks, Passes and glaciers.

forma el punto de partida entre los dos ventisqueros, hay tres horas de camino ordinario. La inclinación del ventisquero en toda esta extensión no es muy considerable, lo cual hace que se camine más de prisa y más cómodamente. Las grietas están en su mayor parte recubiertas de un techo de nieve endurecida, y no presentan en su consecuencia ningún peligro. Se las reconoce á muchos pasos de distancia por su color más mate que el del ventisquero; de manera que los que hubieran temido pisar sobre ellas, hubieran podido saltarlas ó rodearlas, según escogiesen. A medida que nos aproximábamos á la arista, las grietas se iban volviendo siempre más abiertas; vimos algunas que tenían de 3 á 4 metros de ancho; pero como estaban recubiertas de nieve, como las anteriores, y esta nieve formaba cuerpo con las paredes del hielo, las franqueamos con la misma seguridad. Algunas otras presentaban también grietas secundarias, es decir, que la masa de nieve endurecida que las reemplazaba, se había derretido después de su anejección, prueba manifiesta que ese relleno, poco menos compacto que la masa del hielo, debe sin embargo estar dotado de una rigidez considerable para haber podido agrietarse de la misma suerte. Al mismo pie de la Strahleck, el ventisquero presenta un aspecto todo particular. Este es de nieve pura; así no se percibe en todo lo ancho del valle ninguna señal de *moraine*, y si solamente acá y allá algunos peñascos aislados que penetran hasta la superficie por uno de sus ángulos. Al examinar atentamente su posición, los encontramos rodeados

de paredes de hielo compacto, pero este hielo no tocaba el peñasco; estaba separada por un espacio aproximadamente de 3 centímetros. A primera vista la presencia de este hielo vivo en medio de la nevada nos extrañó; pero bastó un instante de reflexión para explicárnoslo. Se comprende en efecto que la roca en su cualidad de mejor conductor del calor, comunica á la nevada en la que está sepultada una parte del calor que ella presta á los rayos del sol. La nevada se funde por consiguiente mas de prisa en este sitio que en los otros, y ocasiona un hueco al rededor de la peña; al mismo tiempo la masa se vuelve de mas en mas compacta por el efecto del agua, que siguiendo lo largo de sus paredes se infiltra en el hielo, se congela allí, y transforma así la nevada en hielo.

» Otra particularidad de las nevadas en esas altas regiones, es que en vez de estar redondas como lomo de burra, y de inclinarse sobre sus bordes como sucede en la parte inferior de los ventisqueros, presentan por el contrario una superficie unida y algunas veces ligeramente hundida en el medio. Esta forma es una consecuencia de la naturaleza incoherente de la nevada, que describe en cierto modo en la superficie la forma del fondo del valle. En las regiones inferiores allí donde el ventisquero adquiere mas compacidad, la superficie está mucho menos amoldada al fondo del valle; y en lugar de estar deprimida en el medio, presenta por el contrario una inclinacion mas ó menos fuerte hácia los bordes. Los ventisqueros del Spitzberg tienen segun M. Ch. Martins, la misma apariencia que las

nevadas de los Alpes; tanto la nevada predomina en su masa.

» En este día la nevada del Finsteraar presentaba un aspecto extraordinario. Estaba recubierta de una costra, ó mas bien una rastra de agujas ramificadas y entrelazadas de mil maneras, como el plomo fundido que han dejado caer en el agua. Atribuimos esta incrustacion singular al efecto de la lluvia que hubo caido en gran abundancia algunos días anteriores, y cuyas gotas al penetrar en la costra superficial de la nieve la habia trepado en todos los sentidos. Esta costra entretegida, que tenia como unos 3 centímetros de espesor, crugia y se quebraba á nuestras pisadas, sin que por eso hiciera mas difícil nuestra marcha. Fué desapareciendo poco á poco á medida que nosotros nos elevábamos hácia la Strahleck, lo que nos hizo suponer que las lluvias á las cuales atribuimos sus efectos, habian debido caer mas alto en forma de nieve. Al llegar al pié de la arista, estuvimos procurando reconocer el sitio mas accesible. « Este es aquel paso tan temido ante el cual tantos viajeros han vuelto atrás, » me dijo Agassiz. Nosotros nos lo habiamos figurado en efecto mas elevado. Pero por otra parte sabiamos por experiencia que es preciso desconfiar de las apariencias, y que nada hay tan engañoso como las distancias y las alturas en los Alpes.

» Nos arreglamos en hilera para la subida: Jacob y Wahren iban á la cabeza sondeando la nevada para asegurarse que no cubria ninguna grieta. Poco á poco la pendiente se hacia mas fuerte y la nieve tan fina, que nos hundiamos á mas de las rodillas.

Temiendo entónces que podia ocurrir alguna çanza pesada, nuestros guias creyeron conveniente sujetarnos los unos á los otros por medio de una cuerda grande, que habiamos traído al efecto. Cada cual se la ciñó al rededor de su cuerpo : el guia Gaspar el primero, despucs Agassiz, despues yo, despues MM. Coulon y Pourtalès, y en fin, otros dos guias. Jacob y Wahren solos no se ataron, á fin de poder reconocer con mas libertad el camino que debiamos tomar. Era digno de verse con que seguridad aquellos dos inteligentes y robustos montañeses nos preparaban el camino ya apisonando la nieve para impedir no se hundiera mucho, ya cortando á fuerza de hacha escalones en la nieve endurecida, y animándonos además con la voz y con el gesto á no cambiar el pié, á guardar siempre igual distancia uno de otro, y á no mirar atrás, visto que la pendiente era tal, que podria producir vértigos, á los que tuviesen menos propension. Agassiz, que la midió casi á mi lado, la encontró de cerca de 40 grados. Es difícil caminar en línea derecha por una inclinacion semejante; tanto que no haciamos mas que serpentear á derecha é izquierda. A pesar de estos rodeos, no gastamos arriba de una hora para llegar á la cima de la garganta desde el pié de la pared. Al dirigir la vista desde aquí sobre el camino que acabábamos de andar, quedamos casi pasmados de la inclinacion de esa pendiente, que nos habia parecido tan poca cosa desde abajo. Jacob nos dijo entónces que jamás habia llegado á su noticia que esta subida se hubiese hecho tan fácilmente y en tan poco tiempo. La gran cantidad de nieve que

habia caído algunas semanas antes, nos habia favorecido extraordinariamente, permitiéndonos franquear sin pena alguna muchos pasos que son de una dificultad extrema cuando las nieves están ménos altas. La cima del pasaje es un pequeño rellano muy unido y todo cubierto de nieve, sin ninguna grieta en la superficie. Principiamos por establecer allí nuestros instrumentos, que observamos de cinco en cinco minutos.

» Hechas las primeras observaciones, fuimos á sentarnos sobre la roca, donde nos entregamos de lleno al placer de contemplar el cuadro mágico que ofrecia esa reunion de cimas gigantescas, de valles profundos, de paredes á pico, de ventisqueros removidos, nevadas unidas, é inmensos campos de nieve, reflejando de mil maneras los rayos del sol. Jamás la Suiza nos habia parecido tan bella, y esto produjo un trasporte, cuando bebimos brindando por su prosperidad el primer vaso de vino que Jacob vino á ofrecernos. Es propiedad de los picos alpinos, presentarse bajo un aspecto mas y mas imponente, á medida que se acerca uno á ellos. Bajo este concepto la Strahleck debe ser contado entre los mas bellos puntos de vista de los Alpes del Berna. El Eiger es sobre todo de un efecto mágico; es como el pilar de ese vasto templo en que la naturaleza se despliega con toda su majestad á las miradas de los que desean adorarla en sus santuarios mas elevados.

» Cerca de las diez nos pusimos en marcha para Grindelwald. Como la pendiente nevada que debiamos atravesar fuese bastante escarpada en mu-

chos sitios, y que nuestros guías nos propusieron el dejarnos resbalar allí, fuimos bastante prudentes al atarnos nuevamente; y bien acertado fué, pues apenas nos pusimos en marcha noté que me faltaba el suelo; y al mismo instante oí á Pourtalès hundirse hasta el pecho..... Estábamos sobre una grieta! Apenas tuvimos tiempo para reparar el peligro, arrastrados por el movimiento de los que nos precedían. Esta pequeña aventura, á pesar de la prontitud con que pasó, nos proporcionó la ocasion de confirmar una observacion hecha por Saussure en una circunstancia semejante; y es, que la capa de nieve que oculta las grietas es mas resistente de lo que se cree ordinariamente. A ménos que no sea muy delgada, no cede comunamente bajo el pié del hombre. Puede tambien hacerse, que las piernas atraviesen de una á otra parte y que el espacio intermedio se mantenga á guisa de asiento por efecto de su adherencia á las paredes. Esto es lo que sucedió á Saussure en el ventisquero de los Pelerins.

» Se comprende que en medio de estas soledades, que no dejan de ser muy uniformes á pesar de su imponente grandeza, los menores objetos deben ser de interés para nosotros. Nos costaba hacer grandes rodeos, y franquear grietas con mucha pena, para coger muchas veces una pequeña planta raquílica, ó por examinar una piedra, ó un liquen de una apariencia particular. Este es el privilegio de la ciencia, abastecer al naturalista á cada paso de nuevos objetos de recreo y de meditacion, cuando las mas grandes escenas de la naturalera concluyen por perder su interés.



Ventisquero de Grindelwald.

» Llegados al bajo de la pendiente, hubiéramos debido dirigirnos sobre el Zoesenberg á la izquierda ó subir en seguida al Mettenberg; pero nuestros guías para ganar tiempo nos aconsejaron alejarnos de la ribera derecha del ventisquero, que les parecia ser el camino mas corto. Allí fué donde encontramos los pasajes mas difíciles de todo el camino. Las grietas se presentaron al instante mas numerosas, en términos que nos vimos obligados á pasar sobre el borde escalando las paredes verticales del ribazo; mas apenas habiamos caminado algunos instantes sobre las rocas, enormes precipicios se abrieron delante de nosotros: fué entónces necesario volver á ganar el ventisquero y buscar entre las masas de hielo derrumbadas y agrietadas un penoso camino. Una vez estuvimos á punto de volver atrás; pero ante la idea de que con pocos pasos mas que adelantásemos llegaríamos al camino de Grindelwald, nos alentamos, y á fuerza de buscar, Jacob encontró en fin una senda, por la que descendimos de las rocas al ventisquero. Ninguno de nosotros titubeó durante estas marchas, que llegaron á ser tan difíciles, que nos ofrecieron mas de una vez la ocasion de admirar la increíble destreza de nuestros guías y la soltura extraordinaria de sus miembros.

» Un poco mas lejos, asistimos á uno de los mas bellos espectáculos que se pueden presentar en los ventisqueros. Una enorme masa de hielo se desprendió de una colina lateral del ventisquero del Eiger, y se precipitó de una manera aterradora sobre el ventisquero de Grindelwald. Como habia caído

de una gran altura, la caída duró muchos minutos, durante los cuales vimos la corriente del hielo dar saltos extraordinarios hasta quedar en fin en la superficie del ventisquero, que cubrió de una gran mancha blanca que de lejos parecía nieve fresca. Así puede acontecer que las *moraines* queden pasajeramente sepultadas bajo el hielo; pero este no tarda en derretirse y los pedazos de rocas vuelven á asomar de nuevo á la superficie.

» Esto está muy cerca de un pequeño lago periódico que termina en la parte casi llana del ventisquero; que se ha convenido en llamar « la mar de hielo del Grindelwald. » Mas abajo el ventisquero está mas practicable. Los aldeanos han trasportado allí gruesas tablas, que colocan á manera de puente sobre las grandes grietas; pero como las grietas y todos los demás accidentes de la superficie de los ventisqueros están sujetas á variaciones continuas durante el curso del verano, sucede muchas veces que esas tablas quedan engullidas por el ventisquero, ó bien abandonadas al lado de las grietas. Este es el sitio crítico para los turistas, y solo algunos de los mas temerarios se atreven á franquear esos puentes sin pretilas.

» Una exclamacion espontánea de alegría se escapó á la compañía cuando al contorno de las salientes de las rocas percibimos de repente delante de nosotros la iglesia y la villa de Grindelwald. Nunca un valle nos pareció mas hermoso. Sentimos nuestras pupilas hasta entónces contraídas por el brillante reflejo de las nieves y de los hielos que por todas partes nos rodeaban, dilatarse con

voluptuosidad sobre la yerba verde regada por las aguas del Lutschine. En verdad, que yo aconsejo á aquellos que creen exageradas las bellezas de nuestros valles alpinos, que vayan á pasar algun tiempo en medio de los ventisqueros, y les prometo que á su vuelta sabrán apreciarlas.

» En la parte inferior, el ventisquero de Grindelwald se halla mas revuelto que cualquier otro ventisquero del Oberland, y bajo este punto de vista, contrasta singularmente con el del Aár. Las agujas allí se desenvuelven sobre una inmensa escala, y en ese laberinto de grietas y roturas, solo se distingue muy imperfectamente la direccion de las *moraines*. Los flancos del Mettenberg están redondeados y llenos de arroyos tortuosos hasta una grande altura, y por todas partes se reconocen las trazas de una mas grande extension de hielos. Esto lo atestiguan sobre todo los grandes pedazos antiguos de gneiss, que se encuentran á cada paso en el camino y que no pueden venir sino de las regiones superiores del ventisquero, atendido á que el Mettenberg es enteramente calcáreo ¹. »

Ascension al Schreckhorn.

Por MM. E. Desor, Escher de la Linth y Girard.
Agosto de 1842.

« Entre los viajeros que recorren los Alpes, hay muchos, que cuando se hallan al frente de nuestros

¹ *Nuevas escursiones sobre los ventisqueros y las altas regiones de los Alpes*, por E. Desor. Paris 1845.

grandes picos, se admiran que no sean mas elevados. Sin duda han pensado encontrar cimas de mucha mas elevacion, y no creen que la pirámide tal ó la cúpula tal, que han dicho tenia 3,000 y 4,000 metros de elevacion, es realmente diez veces mas alta que cierta clase de montes que han subido al borde de la mar, ó veinte ó veinte y cinco veces mas que esas agujas de catedrales góticas que parecen llegar hasta las nubes. Es impresion que todos experimentan poco mas ó menos. La causa se halla en la forma maciza de la mayor parte de las montañas, en la elevacion del lugar desde donde se observa, en lo menos verticales que sean las paredes, y sobre todo en la completa ausencia de términos de comparacion. Sin embargo se encuentran en los Alpes, en particular en los Alpes berneses, muchas cimas que se exceptúan de esta opinion desfavorable por su forma mas puntiaguda. De este número es sobre todas el Schreckhon (4,015 metros) y el Finsteraahorn (4,275 metros). Estos solos suelen inspirar una especie de espanto, cuando se los contempla desde el alto del cuello que separa el Valais de la base del Aár. El viajero que acaba de subir el Meyenwand, se para involuntariamente al borde del lago de los Muertos (2,150 metros) cuando descubre el inesperado panorama que se desenvuelve aquí á su presencia, olvida las molestias y los peligros reales ó imaginarios del Meyenwand, y en medio de este mar de montañas, sus miradas se dirigen de una manera irresistible hácia los dos colosos que le recuerdan los sombríos dioses de la mitología alemana rodeados de sus gigantes. El uno, con frente

ancha y redonda, de vasto manto negro, ocupa el centro: este es el Finsteraahorn; el otro, menos corpulento, mas derecho y mas penoso, con su ropaje á largos pliegues de plata, está sobre la derecha; este es el Scheckhorn (pico del Terror).

» Al pié de estos colosos es donde nosotros íbamos á buscar un abrigo despues de muchos años: el hotel de los Neuchateleses (2,472 metros) está situado en cierta manera en el límite entre aque-



El Schreckhorn.

llos dominios, el ventisquero de Aár, estando formado, como se sabe, de dos afluentes, uno que descende de los flancos del Finsteraarhorn y el otro de los del Schreckhorn. Durante la primer jornada que hicimos aquí en 1840, no tuvimos la idea de abordar sus inaccesibles aristas. El Finsteraarhorn no habia sido escalado mas que una vez por nuestros dos guias Jacob Leuthold y J. Wahren en 1832; y estos nos hacian una pintura espantosa de las dificultades que habian tenido que vencer. M. Hugi, á quien ellos acompañaron, se vió obli-

lgado á retroceder del camino á unos cien pasos de la cima. En cuanto al Schreckhorn pasaba por inaccesible y nadie habia probado jamás hacer la ascension. El año siguiente principiámos á familiarizarnos mas y mas con las dificultades y peligros de las excursiones por las altas montañas, y despues de efectuada nuestra ascension á la Jungfrau (4,167 metros) ya no estábamos dispuestos á creer en la inviolabilidad de ninguna cima. La ambicion de plantar la primer bandera sobre la cima del Schreckhorn, la única de las grandes cimas de Berna que permanecia vírgen, era muy natural que no pudiera resistirse. Era este un capricho que alimentábamos en nuestros adentros, sin anunciarle positivamente, y que iba ganando mas y mas terreno en nuestro espíritu, á pesar de las representaciones que se nos hacian de todas partes sobre los peligros de estas ascensiones. Las discusiones que se habian suscitado sobre la naturaleza del hielo en las altas regiones, necesitaban por otra parte nuevas observaciones, y cuando partimos para la exploracion de 1842, salimos con la firme intencion de hacerlas en Schreckhorn.

» Habiamos decidido subir por el segundo de los ventisqueros laterales que se encuentran á la derecha, yendo á la Strahleck; en atencion á que la pendiente de la roca en esta direccion nos habia parecido menos redonda, y el ventisquero menos agrietado. La incertidumbre del resultado aumentaba nuestra impaciencia; remontamos el ventisquero de Finster-Aar casi corriendo, y habiendo salido del hotel de los Neuchateleses despues de las siete, dó-

minábamos ya el cuello de la Strahleck (3,355 metros) antes de las diez. Las pedregosas cimas del Schreckhorn y de los Lauter-Aarhorner, se hallaban blanqueadas por una ligera capa de nieve caída la noche anterior, y que no dejaba de causarnos algún cuidado; porque los prácticos en las montañas saben, que nada hay tan pérfido como la nieve fresca que cae muchas veces de un precipicio con cierta apariencia de solidez. Pero Jacob nos aseguró al decir, que por poco que el sol durara, desaparecería la nieve antes que hubiésemos alcanzado la cima.

» El ventisquero que remontábamos, desde luego muy inclinado, presenta en su parte superior una superficie bastante unida, como todos los campos de nieve superiores: enormes grietas se cruzaban allí; pero en parte cubiertas por la nieve. En estos sitios es donde se requiere la mayor prudencia. Cuando la grieta era tan ancha que no se podía franquear de un salto, se extendía la escalá á guisa de puente sobre las paredes del hielo; la capa de nieve que formaba el techo del precipicio no tenía muchas veces mas que algunos centímetros de espesor; pero bastaba que ella estuviese cubierta para que todos pasaran por encima con la mas perfecta seguridad, si bien no dudo que alguno de nosotros se expuso realmente si la grieta estaba muy profunda. Esto es una especie de vértigo que se evita por aquel medio, porque en realidad una hoja de papel extendida sobre la escala hubiese sido en ese caso un sosten casi tan eficaz como la capa de nieve.

» La nieve que cubria el hielo no tenia bastante espesor para permitirnos el sosten sobre ella, de suerte que nuestros guias tuvieron necesidad de cortar peldaños en la mayor parte del trayecto. El hielo estaba excesivamente endurecido y no se rompía sino difícilmente en esquilas; así no pudimos emplear ménos de dos horas en llegar á la roca del otro lado, despues de haber descansado unos instantes al rededor de una pequeña arista pedregosa que sobresalia del hielo á los dos tercios de la travesía. A la otra parte de esta arista es donde es mas fuerte la inclinacion. No recuerdo haber franqueado nada mas escabroso sino es encima de la gran grieta subiendo á la Jungfrau. Aunque fuí mas afortunado que el año anterior, el pasaje del Schreckhorn produjo en mí mientras tanto, una mas fuerte impresion que el de la Jungfrau, sin duda porque lo atravesamos oblicuamente.

» Esta travesía, si bien muy penosa, nos ha dado materia á muchas observaciones interesantes. Y desde luego lo que nos sorprendió vivamente fué ver la humedad extrema del hielo. Era entre las diez y medio dia; el sol no era aun muy caliente; y mientras, la cantidad de agua era tal, que las gradas se llenaban casi inmediatamente, el agua salia de todos los poros y tambien de debajo del hielo, puesto que habia solucion de continuo entre ella y la roca, lo cual no dejó de molestarnos seriamente; y como nos veiamos obligados á estar poco ménos que inmóviles en esta agua helada, temí un instante que experimentáramos algun grave inconveniente. El hielo estaba sobre toda esta pendiente, no sola-

mente mucho mas duro que el hielo de nevé, sino tambien mas trasparente, y se marcaban en el interior algunos pequeños globitos de aire esféricos ó dilatados, como en el hielo blanco del ventisquero propiamente dicho. Su espesor no era considerable, y lo que sobre todo merece marcarse, es el no estar atravesado por ninguna grieta, lo que nos confirma en la idea de que la ausencia de grietas es realmente un carácter de los hielos inclinados de las altas regiones (la última pared de hielo de la Jungfrau, encima del cuello de Roththal, no muestra el menor vestigio). Cuando estuvimos sobre la roca creimos un instante haber salvado todas las dificultades. La pendiente estaba sin duda en ciertos sitios mucho mas fuerte; pero tambien, ¡qué diferencia de poner el pié sobre granito ó sobre el hielo! Se trataba de saber si subiríamos derechos, ó si abordaríamos la cima por detrás; pero como las paredes de roca que se elevaban ante nosotros no presentaban ningun obstáculo, continuamos todo derecho. Hallamos aquí, á la sombra de una arista, en un sitio muy húmedo, algunas ranúnculas (*Ranunculus glacialis*) de color pálido, cuya presencia en esos lugares (3,900 metros) nos interesó vivamente.

» Llegamos á la cima á las dos y media de la tarde. Es siempre un momento solemne el de la llegada: cuando todo el horizonte entero aparece al instante, y cuando se tiende la primera mirada al rededor de sí sobre esos picos y esos ventisqueros que se presentan en parte bajo un aspecto bien diferente del que tienen desde abajo. Bajo este punto

de vista, se parecen mucho las montañas á las alturas intelectuales. Tal altura que se está acostumbrado á mirar como muy eminente porque se encuentra en una posición favorable, se disminuye singularmente cuando se la examina de un punto de vista elevado, mientras que otra que apenas se distinguía, porque no estaba en proporción de desenvolverse libremente, toma en un momento un carácter imponente que ne se le conocía.

»..... Pasamos una hora y media en la cima. En presencia de una natureleza tan grande, el tiempo corre con una pasmosa rapidez. Un suspiro se escapó involuntariamente de nuestro pecho, cuando Jacob vino á anunciarnos que era necesario principiar la retirada. Nos daba mucha prisa, y con razon, alegando el mucho tiempo que habíamos permanecido.

»..... Habiendo llegado á las cuatro y media al cuello superior, hallamos allí el hielo tan mojado como en el sitio en que lo habíamos atravesado al subir. Una piedra que echamos de allí sobre la pendiente de hielo, resbaló rápidamente hasta abajo, y levantando la nieve sobre su paso, dejó tras ella una marca que se trásformó en el instante casi en un abundante riachuelo. Esta abundancia de agua nos sorprendió tanto mas, cuanto que hasta aquí nadie habia podido suponer la existencia de ella en estado líquido á semejante altura. La mayor parte de las observaciones hechas anteriormente sobre las altas montañas por los hombres científicos indican una temperatura bajo cero. A pesar de esto la mayor parte de los observadores han encon-

trado hielo sobre las mas elevadas cimas. Se estaba, pues, en el caso de preguntar cuál pudiera ser el origen, en razon á que para la formacion del hielo se requiere el agua, y esta en un estado normal, no existe en temperatura mas baja de cero. El último año aun estábamos bastante apurados para explicar estos hielos. No pudiendo suponerse lluvias en esas alturas, yo suponía su fundicion producida por los rayos del sol.

» Otra explicacion muy ingeniosa ha sido propuesta par M. Rendu, que suponía que los hielos de las altas regiones fuesen el producto de la condensacion de los vapores. Al mismo tiempo que nosotros hemos observado el termómetro á $+3^{\circ}$ centígrados en la cima del Schreckhorn (4,015 metros); que hemos visto formarse el agua en abundancia bajo la influencia de esta temperatura á mas de 3,900 metros, seria inútil querer aun buscar otras causas en la formacion de los hielos superiores, sino las que son peculiares á todo hielo de ventisquero. Esta es la nieve que se derrite en la superficie bajo la influencia del calor del sol, y el agua que penetra en los lechos inferiores los cimenta y los trasforma en hielo, absolutamente como en las regiones mas bajas. La sola diferencia es que no existe *nevé* abajo. Bajo este punto de vista los hielos de las mas altas cimas son sin duda una excepcion de la regla comun. Pero esta excepcion no es solamente propia á las altas cimas; se encuentran tambien ejemplos en las regiones ménos elevadas, y M. Ch. Martins ha descrito muchos ventisqueros sin *nevé* en la cordillera del Faulhorn

(2,683 metros), donde él ha estudiado con gran cuidado todas sus modificaciones. No es ménos digno de mencionarse, el que este hielo de las altas cimas, aunque formado en circunstancias ménos favorables á la trasformacion de la nieve en hielo, es sin embargo mas duro, mas trasparente y en cierto modo mas perfecto que el hielo de *nevé* que está abajo. Es probable que esto es una consecuencia de su menor espesor, que permite al agua de la superficie propagarse mas uniformemente en todo el lecho. La misma razon le impide tambien sin duda agrietarse como el hielo del fondo de los valles. Y sobre todo es necesario no perder de vista que si estas altas regiones tienen una temperatura mas baja que los valles, por otra parte tambien se hallan mas expuestas á los rayos del sol y á la accion de los vientos calientes, en particular del Föhn, que muchas veces no sopla mas que sobre las cimas de los Alpes.

... Cuando nosotros llegamos á la altura del punto por donde habiamos atravesado la pared de hielo por la mañana, nos dirigimos á la derecha, y franqueando una última mancha de hielo, continuamos bajando sobre la cortadura de la arista sin encontrar obstáculo alguno. De este modo llegamos al anochecer al ventisquero. Uno de los guias que habiamos dejado un poco mas lejos para ir á tomar la escala que habia quedado en el campo de nieve, llegó al ventisquero una media hora antes que nosotros y nos dijo que tampoco habia encontrado ninguna dificultad en su camino. Llegado á la última pendiente de nieve, se montó sobre su escala y res-

baló hasta abajo. Desde aquí aun nos faltaban dos leguas largas que andar para llegar al hotel de los Neuchateleses : entónces, aunque el caminar de noche por los ventisqueros es bien poco agradable, no tuvimos ningun percance. Nos encontrábamos en pais conocido. Lo peor que ofrecen esas excursiones nocturnas es el enfado que causan; pues con objeto de no caer en las grietas, es necesario llevar la pupila dilatada y el ojo constantemente fijo en el sitio donde se va á poner el pié. Caminar así dos horas, sin poder hablar, sin poderse entregar tampoco á sus reflexiones, ciertamente es enojoso. No me esforzaré mucho en manifestar la viva satisfaccion que nos produjeron, cuando dimos vuelta al Abschwung, las luces del hotel de los Neuchateleses, que hacian un singular efecto en medio de esta mar de hielo. Nuestros amigos oyeron con mas viva alegría aun, los primeros cantares de nuestros guias. En el mismo instante mandaron dos hombres á nuestro encuentro, con una linterna y con vino para reparar nuestras fuerzas. Llegamos cerca de las diez al hotel un poco cansados, pero dichosos por tener un buen dia mas que apuntar entre los recuerdos de los Alpes ¹.

Expedicion de invierno al mar de hielo del monte Blanco.

M. Tyndall ha publicado bajo este título, en su elegante volúmen sobre los ventisqueros de los

¹ E. Desor : *Revue Suisse*. Junio de 1843.

Alpes ¹, el relato de una exploracion que emprendió en 1859, con el objeto de observar el movimiento del mar de hielo durante el invierno. Hemos traducido las páginas mas interesantes de esta relacion, en donde la ciencia se asocia á un sentimiento poético sumamente elevado :

« Despues de una penosa marcha de mas de cinco horas llegamos al Montanvert, que habia visto varias veces con placer. Frecuentemente, despues de haber pasado el dia solo, en medio de los seraces de la garganta del gigante, habia vuelto rodeando el promontorio de Trelaporte, y la vista del pequeño hotel habia reanimado mis fuerzas durante mi bajada al ventisquero. Pensaba, al aproximarme, en los risueños rostros y en la buena acogida que alli me esperaban. Aun hoy su vista me agrada, á pesar de la tristeza de aquellos lugares. Girando alrededor de la posada el viento habia arrebataado los taludes de nieve que se habian aglomerado hasta la techumbre de las vecinas chozas. El piso del cuarto que habité en 1857 se hallaba cubierto de nieve, y en el suelo se veia la huella reciente de los pasos de un animalejo pequeño.

» La naturaleza, en la aplicacion de sus propios principios, va mas allá de lo que el hombre se imagina y sus actos son mas atrevidos que nuestras previsiones. Lo mismo sucede con el movimiento de los ventisqueros, y entónces se nos presentó un

¹ *The glaciers of the Alps* : by John Tyndall, F. R. S. Londres, 1860.



El mar de hielo.

nuevo ejemplo. Los pisos de las habitaciones cuyas ventanas parecian mejor cerradas se hallaban cubiertos de una ligera capa de nieve fina, que se extendia hasta sobre los colchones de las camas. La nieve seca atraviesa tambien las hendiduras que no pueden dejar paso sino al polvo mas ligero. Impelida por el viento contra las ventanas, la nieve se habia pegado allí como si fuera un paño, y noté, al examinarla, un efecto tan singular que mis ojos se negaban á darle crédito. Delante de un gran cristal, y casi desprendido de él, excepto en su borde superior, pendia una cortina festoneada, completamente formada por pequeños cristales de hielo. La batista mas fina, á la que se parecia mucho, no hubiera podido aventajar á la graciosa curva de sus elegantes pliegues. Las figuras formadas en los vidrios de las ventanas tenian tambien un extraordinario carácter de belleza. En algunos cubrian grandes espacios como los que se observan frecuentemente en Lóndres; pero otros no presentaban sino palmas separadas ó simples flores agrupadas, de modo que formaban maravillosos ramilletes en miniatura. Puse la mano sobre uno de los cristales cubiertos de cristalización, hasta que se derritieron, y despues examiné la liquida capa á través de un antejojo de bolsillo. El contacto del aire enfrió de nuevo el cristal, y al poco tiempo observé cierto movimiento en una de las orillas de aquella capa. Juntáronse los átomos, y un sinnúmero de lineas vivas ganaron en poco tiempo todo el espacio del mas delicado organismo. La relacion entre estos objetos y lo que llamamos sentimiento, no puede

expresarse; pero no es ménos cierto que llamando en su ayuda á la inteligencia del hombre, esas sublimes producciones pueden tambien alegrar su corazón y bañar sus ojos.

» El ventisquero llamó la atención de todo el mundo. No ya achicado, ni manchado de surcos fangosos, como en el verano, mostraba sus fuertes músculos, sus masas compactas, uniendo la fuerza á la hermosura. Ya se veía liso y pulido, ya erizado de altas crestas, ásperas y aguzadas. Los helados torrentes de la montañosa vertiente opuesta mostrábanse como sucesivas tenazas, sostenidas por columnas de hielo acanaladas. No se oía ruido alguno de agua corriente: aun el mismo Nant Blanco, que brota de un manantial que se indica como permanente durante el invierno, no daba señales de vida. Desde Montanvert hasta Trelaporte, el mar de hielo se veía en la sombra, pero atravesando la luz del sol el corredor del Gigante, se extendía por la parte superior del ventisquero, hería la base de la aguja del Monge é iluminaba la montaña hasta su cúspide. Por el otro lado del valle, el poderoso cono de la aguja del Dru hacia flotar al viento una extensa nube de polvo de nieve que le daba el aspecto de una gran bandera. Veíase distintamente el gran Jorasse, la cordillera de las cúspides que le liga á la aguja del Gigante, y el Charmoz cuyas escarpadas rocas, cortadas en precipicios, se levantan al cielo. A la caída de la noche, las montañas parecieron envolvernos; nunca habia herido mi vista ni llamado mi atención una escena mas solemne.

» Mis hombres habian estado ocupados toda la

tarde en hacer un ensayo preliminar sobre el ventisquero, mientras que yo preparaba mis instrumentos. El que debía fijar mis estaciones se hallaba unido á otros tres por medio de fuertes y largas cuerdas. Sabíamos que se encontrarían grietas ocultas, y tomábamos nuestras precauciones. Durante el día, el tiempo se mantuvo sereno, apareciendo por la noche las estrellas. Pero su brillo hallábase oculto por los vapores que, aglomerados por cima de la cordillera de Brevent, parecían extenderse hasta nosotros.

» Así que llegó la noche, coloqué en medio de la nieve, á cierta distancia de la casa, una silla, sobre la que instalé un termómetro registrador. Encendióse un buen fuego de leña de pino en el comedor, y por mi parte hice que me pusieran un colchon á cierta distancia de la chimenea, en una posición en que las corrientes de aire entre la puerta y las ventanas se neutralizaban.

» 28 de diciembre. — Nos levantamos antes de que amaneciera. A 8 piés del fuego la temperatura era de 2° centígrado bajo cero, y fuera de 11°, lo cual no constituía un gran frío. Verdad es que las nubes habían empañado el cielo formando una vasta pantalla que, durante la noche había impedido la radiación hácia el espacio del calor solar.

» Mientras que mis ayudantes preparaban el almuerzo, tuve tiempo de inspeccionar el ventisquero y las cúspides cercanas. Mirando hácia el mar de hielo, la vista deteniase ante todo en el gran Jorasse, levantando su escarpada cúspide

por cima de la muralla de rocas que termina el ventisquero de Lechaud. Mas allá de esta cima, hácia el Oriente, extendíase una fila de nubes ya en bandas transparentes, ya en masas más densas, que se hallaban unidas así por una línea de filamentos ligeros. Cuando apareció la aurora, su encendida lumbre llenó de púrpura aquellas nubes y los diáfanos vapores que envolvían las sombrías crestas de la montaña. El cielo tomó un extraño aspecto, sobrenatural, y, ante aquella escena indescriptible me asaltó á la mente aquel verso de Tennyson :

Dios se manifiesta en su esplendente magestad de la aurora.

» Ya he hablado de la nube de nieve que el viento hacia flotar en la cúspide de la aguja del Dru. En aquel momento habia tomado proporciones formidables, y se desenvolvía, iluminada por los primeros rayos del sol, que bordaban también de fuego las vivas aristas de la aguja del Dru y de la aguja Verde, saliendo de las sombras del valle como dos inmensas antorchas cuya llama se extendía á lo lejos. A poco las crestas de las agujas Rojas se iluminaron á su vez, y despuntó el día tras los montes.

» Pero aquellos esplendores del alba no dejaban de inspirarme gran duda acerca del tiempo. Algunas veces las luminosas nubes tenían que luchar con masas más densas, que las velaban y envolvían las montañas con un tinte indefinido, cuya pasajera oscuridad daba en seguida más brillo á los rayos del sol saliente. Entre nueve

y diez comenzábamos á instalar la primera línea de señales, estando situada una de sus extremidades á unos 100 metros sobre el hotel de Montanvert. Un pino seco, colocado en la vertiente opuesta, marcaba el otro extremo. Las estacas empleadas para plantar tenían 4 piés de largo. El valeroso joven empezó la línea con el baston de que me serví en el mar de hielo en 1857, y que Simon habia conservado. En algunos passajes hallábase la nieve muy profunda; pero sus capas inferiores eran lo suficientemente compactas para permitir que se plantasen allí los piquetes con toda seguridad. En los puntos donde el viento habia levantado la nieve, era preciso taladrar el hielo de antemano con una gran barrena. Necesitábanse á cada paso las mayores precauciones: los hombres se adelantaban en medio de grietas ocultas y tenían que sondar á cada instante. Poco á poco alejéronse de mí y se aproximaron al límite del ventisquero, donde les costaba muchísimo trabajo caminar, á causa de la desigualdad de la nieve. Para llegar al punto determinado, preciso era algunas veces emplear grandes rodeos; pero todos eran tan hábiles como esforzados, y lograron fijar once puntales á lo largo de la línea, de los que el mas distante se hallaba á unos 80 metros de la orilla opuesta del ventisquero.

» A su vuelta, consultéles sobre la posibilidad de establecer una nueva línea á la altura de los Puentes; pero juzgaron aquella tentativa imposible en las circunstancias en que nos hallábamos. Sin embargo, fuimos de opinion que podia trazarse una

segunda línea á cierta distancia bajo el Montanvert. Bajé con el teodolito, metiéndome algunas veces en la nieve hasta el pecho, y, cuando escogí una dirección, mi gente se puso manos á la obra, pero atándose antes unos á otros. Adelantaban lentamente, aunque con mucha seguridad, en esta nueva tarea, cuando se cubrió el cielo. Amontonáronse espesas nubes al rededor de las montañas, y cruzaron sobre el ventisquero fuertes ráfagas. Los trabajadores se ocultaban algunas veces á mi vista á causa de los torbellinos de nieve que los envolvían; pero entre aquellas borrascas intermitentes, había intervalos de reposo que les permitían continuar. La segunda línea presentaba mayores dificultades que la primera, por hallarse el ventisquero interrumpido por cavidades de orillas escarpadas, bastante llenas de nieve. La oblicuidad de las grietas aumentaba también los rodeos. Alguna vez que otra veía al guía hundido en la nieve hasta las espaldas y apartándola como un nadador avanza en el agua. Me alegraba entonces hallarme á su lado para alentarle y compartir su pena. Cada cual de los míos conocía mi buena voluntad para obrar, si las circunstancias lo exigían, y todos trabajaban con decisión. En fin, plantóse el último puntal, y mi reducida tropa volvió al punto de refugio.

» Hacia la noche el tiempo tomó un carácter siniestro y la tempestad comenzó á bramar. En las partes más unidas y menos abrigadas del ventisquero la nieve se extendía en capas iguales y profundas; pero habiáanse formado montones en las zonas más



Huracan en el Mar de hielo.

trabajadas, entre las heladas olas, y el huracan los levantaba en espesos torbellinos que ocultaban el ventisquero. Véase así dividida toda la extension del mar de hielo en fragmentos claros ó nebulosos, y presentaba el aspecto de un prodigioso tumulto de los elementos. Cerca de mí erguíase un robusto pino, cuyas ramas mas bajas se extendian sobre la nieve. Sentéme en una de aquellas ramas, y, abrigado por el tronco, esperé á que toda mi gente se hallase resguardada. El viento torcia las ramas de los árboles y sacudia la nieve que tenian. Cada montaña daba su contingente á la tempestad. La escena presentaba un esplendor imponente, y el gemido de los pinos formaba una perfecta armonía con el atrevido cuadro que ofrecia á las miradas.

» Por fin, hallámonos todos en el hotel al abrigo. Las ventanas crujian con violencia, la tempestad bramaba por momentos, como si despues de un violento esfuerzo, le hubiera sido preciso algun tiempo para recobrar su energía. Oyéndola mugir en las gargantas de la montaña y bramar al rededor de nuestra habitacion, pensé con cierto temor en mis estaciones, dudando de su solidez ante semejante asalto. Sin embargo, tomamos nuestras medidas para empezar á operar así que lo permitiese el dia, y nos dormimos tan profundamente como si la tempestad nos hubiera arrullado con la cancion de nuestra infancia.

» *Jueves 29 de diciembre.* — Ha debido caer con abundancia nieve durante toda la noche. A las siete todavia los compactos copos condensaban la atmósfera; á las ocho aclarábase un poco el tiempo y

pude ir á visitar las estaciones mientras que mis hombres se adelantaban por el ventisquero. Pero no bien hube fijado mi teodolito, empezó de nuevo la tempestad. El guia que me ayudaba en mis observaciones cogió una puerta vieja del hotel, que dispusimos de modo que pudiese abrigar el objetivo del instrumento. A los copos que bajaban de las nubes se añadía el polvo de nieve que levantaba el viento, y que me cegaba algunas veces hasta tal punto que no podía ver el ventisquero. Cansónos mucho la medida del primer puntal ; pero la práctica me hizo en breve capaz de aprovecharme de los cortos intervalos y claros que nos dejaba la tempestad.

» A eso de las nueve, dirigiendo el antejo hácia los hombres que se esforzaban por adelantar á través de la nieve , donde habia desaparecido toda huella del camino trazado la víspera, ví hundirse de pronto el guia que se hallaba á la cabeza. Era mas que probable que se habia hallado sobre una grieta escondida, que cedió por falta de nieve. En un abrir y cerrar de ojos sus compañeros se colocaron al lado del córte, de donde se le sacó al instante, gracias á las precauciones que se habian tomado.

» Mi guia llevó además del hotel dos varas, que hincamos oblicuamente en la nieve, y que soporaron una manta, tras la cual pude dar abrigo durante cierto tiempo á los hombres que iban á visitar las señales. A las nueve y treinta minutos la tempestad era tan violenta, que no podía percibirles, los copos pasaban formando espesas nubes

por delante del anteojo. Al poco tiempo reinó de nuevo la calma y produjo un cambio maravilloso en la naturaleza de la nieve. Cayeron á millares flores de nieve, semejantes á las que habia observado en el Monte Rosa. Por espacio de largo tiempo los copos se compusieron enteramente de esas esquisitas flores, reunidas en grupos. Cubrian de una ligera pelusa la capa de nieve y mis vestidos estaban sembrados. La pródiga naturaleza hacia que la belleza lloviera así, en los sitios en que la prodigaba con igual profusion durante las edades en que aun no habia aparecido el hombre. Sin embargo, á algunos alhaga la idea de que el mundo ha sido creado para él, que el lirio de los campos existe únicamente para despertar en nosotros el sentimiento de lo bello. Cierto que es así; pero no es sino uno de los mil resultados que prosigue la naturaleza. ¿ De dónde vienen esas flores heladas que cayeron tambien para los Eones¹? La cuestion me trajo á la memoria la respuesta del poeta cuando preguntaba dónde se hallaba la flor del Rhodora :

» ¿ Dónde te hallabas á la sazon, oh, rival de la rosa? — Jamás se me ha ocurrido preguntarlo, nunca lo he sabido ; pero mi ignorante sencillez supone que el mismo que me condujo á las crestas, guió allí tambien vuestros pasos². »

» Bosquejaba algunas de las flores de hielo que continuaban cayendo; pero, en vez de reproducir

¹ Inteligencias inmortales, seres intermedios imaginados por los gnosticos y clasificados en séries para llenar la distancia entre Dios y el hombre.

² Emerson.

aquellos imperfectos borrones, doy á continuacion dos formas dibujadas con una rara habilidad y gran paciencia por M. Glaisher (páginas 7 y 14).

» Acabamos de tomar nuestras medidas en la primera línea antes de las once, y experimenté una viva satisfaccion al pensar que poseia algo de que no podia privarme el tiempo. Despues de cerrar el libro donde anotaba mis observaciones, y mientras llevaba mis instrumentos á la segunda estacion, advertí que mi expedicion habia obtenido ya un éxito.

» A las once y cuarto habia fijado de nuevo mi teodolito, y, al dirigir, el anteojo hácia la línea de signos, ví que todos se hallaban en pié. En medio del desierto de hielo, triste y desolado, su vista me agradó como una prueba de las obras de la inteligencia. Al mismo tiempo que empezaba, un grajo solitario vino á colocarse cerca de mí, sobre un pino, como para hacerme compañía. El aire era tranquilo y la nieve caía abundantemente. Las flores que sembraba eran magníficas y de una perfecta regularidad : variaba su diámetro entre una vigésima parte de pulgada y dos líneas. Cerca de mi teodolito habia quitado la nieve de un trozo de pino con el objeto de poder golpear en él mis entumecidos piés, y sobre aquel trozo se habia colocado una manta dispuesta á servir de pantalla en caso necesario. Mientras preparaba mis observaciones, una capa de nieve de una pulgada de espesor, enteramente compuesta de encantadoras flores, se extendió sobre aquel cobertor. La atmósfera estaba llena de nieve : desde las nubes hasta la tierra, la natura adornaba los átomos en forma de estrellas,

que avergonzaban, por la belleza de su estructura á la barbarie del arte.

» Habiendo llegado mis hombres á la primera estacion, comenzó á medirse. La tempestad barria otra vez el valle, oscureciendo el aire á su paso: la nieve caía precipitadamente á copos; pero pude sin embargo, aunque no sin trabajo, seguir el paso de los guias hasta una distancia de 800 metros, no obstante las ráfagas y los torbellinos. A semejante distancia aun pudo oirse mi voz y se ejecutaron mis instrucciones. Como el hombre que levantaba la línea se hallase detrás de su baston é impidiera su proyeccion en la nieve, le grité que se pusiera á un lado, lo cual hizo en seguida. Mientras duró todo el trabajo, no cesó de nevar, y algunas de las ilusiones que producía eran verdaderamente singulares. El límite lejano del ventisquero parecía elevarse á una altura considerable, y los hombres que atravesaban la nieve parecia que trepaban por una muralla. Su trabajo era mas difícil que en la primera línea á causa de las rápidas pendientes donde se añadía el esfuerzo de la ascension, sobre todo para el guia, al que se necesitaba para la apertura del camino á través de la nieve. Se le veía resbalar con frecuencia y dirigirse en seguida hácia adelante para ganar de nuevo el terreno perdido, gastando así sus fuerzas sin gran resultado. Al último puntal, exclamó la gente: « ¡ Hemos acabado! » grito que oí claramente. Mientras trabajaban, me habia visto cubierto de cristales que pendian de mis vestidos y que se habian acumulado tambien sobre las partes mas expuestas de mi teodolito. Habiendo acabado mi trabajo,

guardé de nuevo mi instrumento y me puse en marcha hácia el hotel. En algunos puntos, la capa de nieve me llegaba hasta el pecho.

» Los hombres no tardaron en volver, y despues de la comida, que fué preparada con presteza, pusieron todo en órden. Barriéronse los cuartos, colocáronse los colchones en las camas, y cerráronse las ventanas cuidadosamente. Echamos la llave á la puerta de la casa, y, alegres y contentos, despues de separados, emprendimos nuestra bajada. Mi proyecto era el trasladarme al manantial del Arveyron para examinar é inspeccionar la bóveda de la gruta de que se desprendia. Para alcanzar este objeto descendimos la montaña en línea recta. A veces era muy grande la inclinacion, y entónces resbalábamos con la ligereza de una avalancha, casi siempre acompañados de una avalancha que creaba nuestro propio movimiento. Balmat se vió envuelto por un momento entre aquella masa que rodaba : los guias se horrorizaron; pero no tardó en aparecer. Seguiale Tairaz, y á este yo, acostumbrado á este género de ejercicios por mi práctica en el Finsteraarhorn. Uno de los mozos, Simond, á quien se le habia encomendado la caja del teodolito, que llevaba sujeta á las espaldas, no podia bajar con tanta rapidez como nosotros. Faltóle pié una vez y rodó por la cuesta, y salia periódicamente nieve de la caja, á cada movimiento del que la llevaba. Una série de resbalones nos condujo al pié de la montaña con una celeridad asombrosa, y desde allí nos dirigimos por cubiertos senderos hácia el manantial del Arveyron.



Manantial del Arveyron.

» Salía de la gruta una gran cantidad de agua presentando todos los caracteres del agua de los ventisqueros. Era turbia, pero no como en la primavera, consistiendo sin duda esta diferencia en el menor volúmen del manantial y en una pulverización menor operada por el ventisquero sobre sus paredes en su movimiento de descenso, movimiento que parece no suspenderse jamás, ni aun en medio del invierno. La temperatura del agua era de una décima parte de grado centígrado sobre cero : la de la nieve de un semigrado debajo. Esta última era también la temperatura del aire, mientras que la de la nieve, cubierta en algunos puntos por los trozos de hielos, media un cuarto de grado bajo cerc.

» La entrada de la gruta se veía formada por un arco de hielo que se había desprendido de la masa del ventisquero, dejando un espacio vacío á cuyo través descubrimos el cielo. Estrechábase mas allá de la gruta y bien pronto nos vimos sumidos en la azulada luz del ventisquero. La bóveda del arco interior estaba taladrada por un pozo vertical, de un metro de anchura poco mas ó ménos, que iba á desembocar en la superficie. El agua había goteado por aquel pozo, y, al congelarse de nuevo por debajo de la abertura, había formado un pilar compuesto de pequeños copos, de 20 piés de alto, lo ménos y de 1 metro de espesor, elevándose del suelo á la bóveda. En uno de los lados del pilar, los copos se habían reunido en la misma superficie; pero en la parte opuesta formaban una série de columnitas de una admirable hermosura. Aquel grupo estaba encorvado en su base como si hubiera seguido el movi-

miento del ventisquero ó plegádose á la presion del arco. Llegamos al extremo de la gruta pasando por cima de anchos trozos de hielo de que estaba llena, y así que estuvimos allí, hallamos un paso sesgado, con un arco de cristal por bóveda, y que conducia al exterior por una pendiente rápida. Aquella singular galería tenia 60 piés de largo y la nieve cubria su suelo. La subimos rastreando y, así que llegamos á la salida exterior, volvimos á bajar res-



Caverna de hielo.

balando á la abertura de la gruta. Aquel subterráneo de cristal, con la luz azulada que irradiaban sus paredes, presentaba un magnífico espectáculo, que maravillaba á mis compañeros aun mas que á mí.

» Colocados debajo del arco azulado, admiramos al lado oeste el cielo cargado de nubes de púrpura, que se extendia en ardientes listas hasta el cénit. Antes de emprender la marcha, quise echar una mirada postrera á los majestuosos picos del Mar de hielo, á la aguja del Dru, y á la aguja Verde. Hacia la parte de las montañas el ventisquero se hallaba á

la sombra, y sus precipicios aparecian en un oscuro tinte azul, de donde se elevaban las dos poderosas pirámides cuya cúspide reflejaba la viva luz del poniente. En las montañas, iluminaban los mismos rayos á masas desprendidas, y las nevadas crestas parecian iluminadas por el ardiente resplandor de un incendio. Permanecí en una recogida contemplacion ante la extraordinaria majestad de aquella escena, hasta el momento en que se disiparon los últimos rayos del día en las mas altas crestas : tal fué el final de mi expedicion de invierno al Mar de hielo.

» No sabré terminar esta relacion sin dirigir algunas palabras á mis guias y mozos, cuya conducta fué admirable, cumpliendo su difícil y peligrosa tarea con el mayor ánimo. Conocia ya á Simond, que, por su inteligencia y su cariñosa fidelidad, habia ganado por completo mi estimacion. José Tairaz, es un excelente guia que, en aquella ocasion, dió á conocer todas las cualidades que pueden recomendarle á los viajeros. Eduardo Balmat y José Simond, sus dos compañeros en el ventisquero, cumplieron perfectamente con su obligacion, lo mismo que Francisco Ravanal, mi ayudante mientras que duraron las observaciones, y me considero dichoso en recordar aquí sus buenos servicios. »

LOS ALUDES.

Aludes de la Jungfrau. — Idem de fondo. — Idem de hielo.
— Idem de viento. — Desprendimiento de las nieves sobre
los volcanes. — Hielo debajo de la lava.

Aludes de la Jungfrau.

Emprendimos nuestro viaje á los ventisqueros de la Suiza en el lleno del verano, estacion en la que los aludes son menos peligrosos : así es que esta aterradora palabra no hace mas que recordarnos el admirable espectáculo que se presentó á nuestra vista al cruzar por lo largo del Scheideck, delante de la majestuosa Jungfrau, el Alpe-vírgen, cuya hermosa y ebúrnea cima ha permanecido inaccesible largo tiempo á los mas atrevidos exploradores. Esta travesia apenas duró una hora, y sin embargo, nuestro guia nos gritó dos veces : « ¡ Ahí está el alud ! » al señalarnos una línea argentina descrita en las paredes de las rocas mas elevadas de la montaña. Seguimos con la mayor curiosidad el desarrollo del fenómeno. La cascada saltó de repente, levantó una es-

pesa nube de polvo blanco, y dió vida á otras cascadas mas voluminosas que descendieron de grada en grada hasta llegar á la base que cubrian en una gran extension. Durante la caida de aquellos impetuosos torrentes de nieve y de hielo, oimos el redoble y vimos el brillo semejante á los que se producen durante la tempestad, que repitieron durante largo tiempo los numerosos ecos de los valles de Grindelvald y de Lauterbrunnen.

Desgraciadamente muy á menudo los aludes son la mas terrible plaga de los paises montañosos. Los caserios, las villas, los bosques son arrebatados por su impetuoso movimiento ó estrellados contra sus masas, y precipitándose en el fondo de las gargantas causan además deplorables devastaciones por la elevacion é instantánea irrupcion del agua de los torrentes cuyos cauces barren.

Estudiados los aludes, principalmente por los naturalistas suizos, los vimos divididos, atendida la manera de su formacion, en tres especies: aludes de fondo, aludes de hielo y aludes de viento. No nos contentaremos con describirlos; demostraremos además que el hombre no se encuentra desarmado ante estas formidables trasformaciones y que hay medios de precaucion posibles en algunos casos para impedir la caida de los aludes ó para preservarse al ménos de sus estragos.

Aludes de fondo.

Cuando el deshielo tiene principio en la primavera, la nieve se derrite de una manera muy des-



LOS VENTISQUEROS.

L. a Jungfran.

igual en las altas regiones de las montañas. Las superficies mas expuestas al sol, desaparecen en primer lugar. Las rocas y terrenos de color oscuro se calientan con mas rapidez y provocan la fusion al rededor suyo y á una considerable distancia. Cuando un terreno se cubre de nieve, el agua que esta destila no queda en la superficie, en razon á que descende por filtracion hasta el suelo, y ya allí corre por entre la nieve y la tierra ganando siempre las mayores pendientes. A una temperatura superior de cero en algunos grados, se funden ó derriten poco á poco las capas inferiores de la masa nevada que desprendida del suelo resbala con facilidad á causa de su peso. Tal es el origen de los aludes de fondo. (*Grundlavivinen.*) Estos deben temerse, sobre todo al pié de los fuertes declives, cuando el caliente viento del Föhn sopla de las regiones meridionales. « Desde los primeros dias de marzo, dice Ramond, este viento cambia al instante la temperatura, esmalta los campos de violetas y ofrece al que le respira la primera sensacion de la primavera. En el momento que barre las crestas de los Alpes, los aludes se suceden sin interrupcion, se lanzan torrentes de entre los hielos, é hinchados instantáneamente los rios sumergen sus márgenes. » A medida que la estacion avanza este movimiento va parando; todas las masas de nieve que se han desprendido han caido, y en verano es ya muy raro un desprendimiento.

En un gran número de sitios hay aludes de fondo periódicos. Las mismas circunstancias los reproducen, y así es que su caida marca la misma época

todos los años; por consiguiente puede evitarse con facilidad su peligro. Los habitantes de Tavetsch tienen la costumbre en los otoños de poner haces al paso que debe tener el alud en su desprendimiento en la primavera, y por consecuencia del retraso así conseguido en el curso de la masa nevada, pueden ampararse á tiempo.

Basta en muchas ocasiones interponer un resalto para parar ó hacer cambiar la direccion á un alud. La aldea de Andermatt, situada al pié de San-Gotthard debe su conservacion á un pequeño bosque de pinos seculares que está sobre la pendiente de la montaña que la domina; así es que este bosque es objeto de los mayores cuidados y precauciones de los habitantes de esta villa: hay una valla que le rodea con el objeto de impedir el acceso á los ganados, y además existen muy severas penas para los que osen atentar contra los árboles sagrados.

Los montañeses calculan muy fácilmente el tiempo que necesita el alud para desprenderse de la pendiente en que descansa. El conocimiento de la temperatura de las regiones superiores desde donde tienen lugar los desplomes, depende de varias señales, como la transparencia del aire, la forma y la dimension de las nubes, y la vista que presenta la nieve que queda en las rendijas de las rocas. Sin embargo, cuando los vientos han acumulado la nieve sobre algunos puntos determinados, y violentas sacudidas de aire contribuyen á la rotura y pérdida del equilibrio, todas las previsiones no pueden ser sino muy inciertas, y todo está reducido entónces á observar simples reglas que marca la pru-



Alud de fondo.

dencia al atravesar en la primavera los desfiladeros de los Alpes. Así es que los viajeros deberán siempre separarse en diferentes grupos escalonados durante su marcha, y á distancia suficiente para que en el caso de una desgracia, los que queden libres puedan dar socorro á los otros. El viaje debe emprenderse muy de madrugada, antes que el sol haya caldeado demasiado las cimas, y es necesario evitar con gran cuidado todo ruido capaz de agitar sensiblemente el aire hasta la region de las nieves. Por otra parte es bueno, antes de penetrar por un valle, el disparar un tiro á fin de precipitar el desprendimiento de los aludes que estén abocados á su caída.

Las gargantas profundas encierran con frecuencia en el fin del verano grandes masas de nieve, que provienen de aludes, que la estacion no ha podido derretir. Cuando se deslizan en el momento de su caída, suelen extenderse de una á la otra parte del valle, y por consiguiente el torrente que corre por el fondo queda parado en el instante. Pero bien pronto las aguas se abren paso por la parte inferior de la barrera de nieve. Esta queda entónces suspendida en forma de un arco con su cimbra y describiendo un puente, que atrevidos viajeros suelen á veces aprovechar.

A los desastres directamente causados por la caída de los aludes de fondo, á esa multitud de habitaciones estrelladas, de hombres y animales sepultados, que los anales del pais montañoso nos presenta en la mas lúgubre nomenclatura, es necesario añadir todo cuanto arrastra la columna

de aire que les precede y cuya fuerza es irresistible muchas veces. Entre otros ejemplos podemos citar el de un alud que se precipitó en 1844 desde los flancos de Prarion, á corta distancia del valle de Chamounix : no hizo mas que destruir un crecido número de árboles á su caída, y fué á parar al fondo de una garganta que prolonga el pié de la montaña. Pero en la vertiente opuesta, á 20 metros mas de altura y á 400 de distancia, muchos pinos fueron tronchados por el violento aire que produjo el alud ; es, pues, evidente, que la masa de nieve blanda y desprovista de toda la elasticidad de que se componia, no habia podido subir semejante altura.

- La historia de los aludes está sembrada de sucesos conmovedores, de los cuales escogemos la siguiente relacion sacada de las viejas crónicas de la Suiza. « El caballero Gaspar de Brandenbourg, de Zug, teniente coronel al servicio español, bajaba de Saint-Gothard en el valle Levantino, acompañado de su criado. Era la primavera; estaban próximos á Airolo, cuando un alud enorme desprendido de los Alpes que rodean el camino, sepultó á los dos. Un perrito que los seguia, pero que en aquel momento se hallaba á bastante distancia, pudo evadir la desgraciada suerte que cupo á ambos viajeros. Inquieto el perro al ver desaparecer á su amo, y creyendo inútiles sus esfuerzos, volvió al hospicio de Saint-Gothard, donde aquellos se habian alojado al pasar.

« *El perrito empezó á saltar y á hacer demostraciones.* Ladra al rededor de los habitantes, como para

suplicarles que le sigan, y volvió á tomar el camino del valle. Nadie habia hecho reparo en él. Volviendo el siguiente dia á hacer sus carreras y sus mudas instancias, pudo engendrar algunas sospechas en los habitantes del Hospicio y hacerles presagiar algun suceso desgraciado, y esto les decidió á seguir al pobre perrito, que no tardó en conducirles al punto de la catástrofe. A la vista del alud reciente, dejó de ser un enigma para ellos la insistencia del animal. En seguida fueron en busca de los útiles necesarios, y tras de un trabajo largo y muy penoso llegaron á descubrir á los desgraciados, que habian pasado treinta y seis horas bajo la nieve, y que despues de Dios, debian sus vidas á la fidelidad del perro. Ellos esperaban en su fria habitacion, con esa angustia que es imposible describir una muerte tan lenta como dolorosa, sin otra esperanza de salvacion, que cuando oyeron las voces y el ruido de los útiles de los trabajadores; la nieve, bastante compacta para impedirles el moverse, dejaba por lo mismo llegar hasta ellos el eco de las voces de los que habian ido á su socorro. Se puede ver en Zug y en la iglesia de Saint-Oswald sobre la tumba de este mismo caballero, que murió en 1528, una estatua hecha por orden suya, en que se le ve representado con un faldero á sus piés. *

Aludes de hielo.

Quando el movimiento progresivo de los hielos, en vez de enviar sus emisarios por las pendientes suaves á la región templada, los aglomera en las

escarpaduras, quedan suspendidos por algun tiempo en lo alto de los precipicios en forma de cornisa. La masa pesada que aumenta continuamente su solidez, no tarda en perder su equilibrio; se rompe y cae en pedazos en el valle, que reproduce espantosos y formidables ruidos á sus choques.

En el valle de Zermatt, la villa de Rauda está dominada por la pirámide resplandeciente del Weisshorn, que debe su nombre á la pureza de su nieve y cuya grande inclinacion de unos 40° , asusta con justa razon á los viajeros al pasar junto á sus piés. En 1819 una enorme parte de su hielo se desprendió precipitada. La caída fué tan violenta, que casi todas las casas de Rauda, construidas sobre pilares elevados, segun costumbre del pais, vinieron abajo, no por el choque de la masa de hielo, sino por el aire que despidió y produjo al caer. En efecto, el alud habia ido á parar á un punto separado de la villa por un rio bastante anchuroso.

La acumulacion de hielos en el fondo de los valles es mas perjudicial que la de las nieves, pues estas al ménos se derriten con mayor precipitacion al contacto del agua de los torrentes. Tanto es así, que esta acumulacion es causa algunas veces de terribles inundaciones. En la primavera del año 1818, muchos aludes desprendidos del ventisquero de Getroz habian caído en la parte superior del valle de Bagnes, que es una de las ramificaciones principales del Ródano en los Alpes. Habian formado otro ventisquero que cortó el paso al torrente del Dranse, y acumulándose las aguas en el momento á la espalda



Alud de hielo.

de este dique dieron nacimiento á un lago de 2,500 metros de largo y 200 de ancho. Una masa de treinta millones de metros cúbicos estaba suspendida en lo alto de la parte inferior del valle, y los habitantes estaban amedrentados en extremo. Un ingeniero del Valais, M. Venetz, resolvió dar una salida gradual á las aguas, é hizo una galería en el hielo de 250 metros á bastante distancia por debajo del nivel de las aguas. Apenas habia salido una tercera parte de las que contenia el lago, cuando el 16 de junio, despues de algunos dias bastante calorosos, la masa entera del dique principió á ceder; el torrente se abrió prontamente una nueva salida y se lanzó hácia el valle, con una altura de 40 metros y franqueando seis leguas en media hora. Arrastró consigo enormes rocas, una porcion de bosques y mas de cien caseríos. Los habitantes y los animales se refugiaron en las alturas, y no hubo que lamentar mas que un corto número de víctimas; sin embargo, todos los campos fueron barridos y cubiertos de piedras. La villa de Martigny, situada á los bordes del Ródano, á treinta kilómetros próximamente del hielo, sufrió mucho; el agua se elevó en las calles á la altura de tres metros. La impetuosidad de este diluvio no disminuyó hasta llegar al valle mas ancho del Ródano.

M. Venetz ha recomendado un medio tan sencillo como ingenioso para evitar la formacion de un nuevo dique de hielo de una tan grande dimension. Basta, durante el verano, desviar del venti quero secundario muchos manantiales que brotan de los flancos del valle. La temperatura de

esas aguas se eleva considerablemente á medida que corren sobre las rocas caldeadas por el sol, y mientras que por medio de riachuelos que se dirigen á todos los puntos del ventisquero, su calor, unido al de la atmósfera, hace derretir una gran cantidad de hielo, se impide de esta manera que el dique llegue á elevarse hasta cerrar el curso al torrente. En invierno el hielo secundario aumenta poco, y el Dranse estando muy bajo, como todos los torrentes de los Alpes, se hacen innecesarias estas precauciones.

Los Alpes nos muestran muchos ventisqueros que se precipitan en aludes sobre otros. En el flanco oriental del Eiger, una cascada de hielo desciende sobre el ventisquero inferior de Grindelwald. No lejos de Cormayeur, al sur del monte Blanco, se ven los hielos de la Brenva hacer aludes sobre ellos mismos, en direccion adonde se encuentra una escarpadura que da toda la vuelta. Despues de su caída, los grandes pedazos de hielo toman la forma de talud de figura triangular que cambia incessantemente por el movimiento del hielo sobre el que se apoya. Cuando se sube á la montaña conviene mucho pasar corriendo por el estrecho llano conocido por el nombre de Petit-Plateau. Los aludes de seraces caen allí frecuentemente desde lo alto de la escarpa que lo domina y se quiebran en mil pedazos; segun M. Ch. Martins, que estuvo una larga temporada cerca de este peligroso sitio, hay uno de esos desprendimientos próximamente cada hora.



Hospicio del monte San Bernardo.

Aludes de viento.

El alud de viento es uno de los fenómenos de ese género que hace asemejar á los Alpes á los terrenos setentrionales del globo. Es el movimiento de las nieves ocasionado por las violentas tempestades del invierno. Conservadas por los frios en su estado de ligereza, el viento las trasporta á largas distancias, formando algunas veces colinas improvisadas. Una region cambia de aspecto en un instante. Las sendas trazadas por los pasos desaparecen; las señales colocadas de distancia en distancia para indicar la direccion de los caminos están volcadas; y si el desgraciado viajero no se ve sepultado bajo esta mar furiosa, dirige con desolacion la vista sobre un plano uniforme donde ningun objeto puede ya servirle de guia para su marcha.

Los aludes de viento son terribles, sobre todo en las muy bajas temperaturas de invierno. Pulverizada la nieve tal como la arena de los desiertos, es llevada como esta con frecuencia en inmensas nubes de torbellinos. Villas enteras, compañías de hombres, han sido cubiertas en un instante y envueltas en un profundo lecho. Las crónicas de la Suiza hablan de sesenta soldados que desaparecieron debajo de un alud en 1478. En 1500 otro alud sepultó en el pasaje del gran San Bernardo á un centenar de personas.

En 14 de enero de 1719 la villa entera de Leukerbad, á excepcion de algunas barracas, fué cu-

bierta de una masa de nieve tan espesa, que pocos habitantes pudieron escapar abriéndose camino con gran trabajo. Se cuenta que un muchacho quedó sepultado durante una semana entera en el fondo de una cueva, despues de haber ensayado vanamente librarse con sus débiles brazos. Cansado de estos esfuerzos, se puso á cantar todos los salmos que sabia, y su voz penetró la espesura de aquel helado lecho, haciéndose oir por algunos habitantes que corrieron presurosos á salvar al pobre niño. — El año siguiente en el mes de febrero, ciento veinte casas y establos con ochenta y cuatro hombres y un gran número de bestias, fueron destruidos por un alud en Obergestelen, en el Valais. En marzo se tragó la nieve sesenta y un hombres en Tethan, en la baja Enggadina.

En 1749 la aldea de Ruaras (canton de los Grisones) fué cubierta casi entera por un alud que pasó durante la noche. De cien personas que quedaron sepultadas, solo sesenta pudieron evadirse de aquella prision de nieve. Un suceso parecido tuvo lugar en 1827 en Biel, en el Valais, donde quedaron muertos treinta hombres

¡ Cuántos viajeros han sido envueltos por los aludes de viento en los pasajes elevados de los Alpes ! El espíritu de caridad cristiana ha conducido afortunadamente á mitad de algunos de esos helados desiertos, á religiosos que en los dias de tempestad los recorren en todas direcciones, y se esfuerzan en arrancar víctimas á la muerte. Ellos han fundado quince lugares de refugio, de los que el principal es el hospicio del gran San Bernardo, habitacion

la mas elevada de la Europa, y por junto á la cual pasan anualmente mas de diez mil personas. El servicio de socorros esta allí organizado de una manera perfecta, y los hospitalarios están poderosamente ayudados en sus investigaciones y pesquisas por una raza particular de perros que poseen el admirable instinto de encontrar las huellas de los viajeros.

Roturas de las nieves sobre los volcanes. — Hielos bajo la lava.

A los aludes se parecen los grandes desprendimientos que tienen lugar algunas veces en los flancos de las montañas volcánicas muy elevadas, como las de la cadena de los Andes. Antes de comenzar las erupciones el calor interior comunicado á las lavas y momentáneamente á las nieves de la cima, hace trasudar el agua de fusion entre el suelo y los lechos inferiores, que se desprenden, resbalan sobre las pendientes y se precipitan hácia la base del volcan. Estos aludes anuncian entónces la próxima explosion de fuegos subterráneos. La rotura aumenta al paso que los vómitos del cráter aceleran la fundicion del lecho helado, y muchas veces se producen inundaciones por los torrentes que arrebatan mezclados y en confusion pedazos de hielo y humeantes escorias.

Suele suceder que la reaccion de los productos igneos de los volcanes sobre los hielos de sus pendientes presenta un fenómeno enteramente distinto del que acabamos de describir. En el Etna por

ejemplo, un lecho de hielo se ha conservado entre dos lechos de lava, desde hace siglos. El hecho á primera vista es difícil de creerse : ¡el agua y el fuego en perfecta union ! El hielo sosteniendo el fuego ; el fuego impidiendo al hielo que se derrita. ¿ Cómo puede comprenderse el encontrarse el hielo bajo las corrientes vomitadas por el volcan ? Véase el origen de este singular descubrimiento : en 1828 el calor del verano habia sido tan grande, que en Catania no se encontraba hielo; faltaba en toda Sicilia, y Malta habia enviado á buscar, sin que por ningun precio pudiera procurárselo. En estos paises el hielo no es como entre nosotros un objeto de lujo ó de refresco ; es una necesidad en todos y todos los dias. Mejor se desearia ver todas las bodegas averiadas que los depósitos de hielo vacios. Al parecer, razones higiénicas aconsejan la necesidad de bebidas frescas, y podria talvez comprometerse la salud pública á falta del hielo. Fácilmente se comprenderá la penuria en que quedó toda la Sicilia con esta escasez. Los magistrados de Catania tuvieron la idea de dirigirse á uno de los mas sabios y asiduos exploradores del Etna, M. Gemellaro, esperando que su conocimiento profundo de los lugares le hiciese indicar alguna cueva ó gruta, en las que se encontrase alguna reserva de nieve ó de hielo sin descubrir. La geología se veía llamada en la persona de M. Gemellaro, á prestar á la sociedad de Catania un servicio de un género completamente nuevo y que á pesar de su originalidad, tenia ciertamente su importancia. Este geólogo por una afortunada casualidad, se halló en disposicion de

contestar á la demanda que se le habia hecho. Habia él en efecto, hacia mucho tiempo, ya observado que en la cima del Etna y entre las cenizas y las escorias habia un pequeño macizo de hielo que brillaba por sus bordes; diversas circunstancias le habian conducido á sospechar que esto no era otra cosa sino la señal de una capa ó lecho de hielo, mucho más espeso, que en tiempos anteriores habia sido cubierto por la lava durante una erupcion. Tomando entónces una compañía de obreros se dirigió al sitio, hizo romper la roca á golpes de azada, desenterrar galerías; hasta que por fin llegó á encontrarse un lecho espeso de hielo encerrado por todos sus costados por la lava y suficiente para satisfacer los deseos de la villa.

« Véase entretanto la esplicacion del hecho, que es bien sencilla. Durante el invierno, la gran elevacion del Etna hace acumular al rededor de su cima muchas nieves y hielos, que el calor del verano en seguida derrite casi por completo. No queda sino la parte que entre rendijas y huecos está al abrigo de los rayos del sol. Puede fácilmente comprenderse, que como el volcan no está siempre en erupcion, la cima debe ser fria, como las de todas las montañas elevadas. Imaginémos, pues, la parte superior del volcan envuelta en una cubierta de hielo, y que se produce una erupcion: se eleva una columna de cenizas, se enfría en parte mientras la ascension, cae despues sobre el hielo, lo cubre poco á poco y se acumula por fin allí, hasta formar una capa mas ó ménos alta sobre toda su estension; el solo efecto que aquí se

produce es la fusión de una pequeña cantidad de hielo, que al mojar las cenizas en la parte inferior de su lecho, acaba de enfriarlas. El volcan, pues, siguiendo el curso de sus vómitos arroja mientras tanto por su cráter cantidades de lava, y esta lava descende hácia la parte de la montaña en donde reina entónces el invierno y que está cubierta por un lecho de hielo. Este hielo sin embargo es de advertir que queda al abrigo del fuego, por la capa de cenizas que le cubre. El calor no penetra, ó al ménos si penetra, lo hace sin fuerza hasta llegar á él; por consiguiente el hielo permanece intacto y conservado bajo su capa de lava: esta se enfria poco á poco, se hace sólida, toma la temperatura de las regiones superiores del Etna, mientras que el hielo inaccessible á su influencia, y preservado para siempre de los rayos del sol, permanece fijo é inalterable.

» Los aldeanos que habitan las rocas elevadas del Etna tienen la costumbre, á fin de conservar la nieve que les sirve luego en verano para abreviar sus ganados, de esparcir por su superficie desde el fin del invierno una capa de cenizas que sea suficiente para preservarla de los rayos del sol: así la conservan para sus usos, todo el tiempo que quieren. M. Gemellaro hubo sin duda observado esta práctica, y ella sin duda le proporcionó adivinar el descubrimiento del singular y precioso depósito de hielo que acabamos de describir. El ignorante se contenta con observar, el hombre sabio observa y se esfuerza sin cesar en comparar y en concluir ¹.

¹ *Magasin pittoresque*, t. IV.

VI

HIELOS FLOTANTES.

Produccion del hielo y formacion de las grietas en la superficie de los lagos. — Ruido bajo el hielo. — Fenómenos curiosos. — Inviernos rigurosos. — Resistencia del hielo. — Patinadores. — Desprendimientos. — Desprendimientos en el Misisipi. — Inundaciones. — Poder de trasporte de los hielos flotantes. — Islas de hielo. — Ventisqueros de la Tierra de Fuego. — Depósitos erráticos. — Formacion y aspecto de los hielos flotantes. — Bancos de hielo. — Cielo de agua.

Produccion del hielo y formacion de las grietas en la superficie de los lagos.

M. Deiche ha publicado observaciones muy curiosas ¹ acerca del modo de formarse el hielo en la superficie de los grandes lagos, y en las grietas que se producen en esas masas de agua congelada.

Ya hemos dicho que el hielo presenta una estructura diferente, y que posee generalmente una testura ó tegido laminoso ó granoso. Cuando se hiela el agua de un estanque de agua dulce al

¹ *Annales de physique et de chimie de Poggendorf*, enero 1861.

abrigo de toda agitacion, se ven formarse cerca de la orilla agujas que se pegan y producen placas, que uniéndose, acaban por recobrar toda la superficie de una capa de hielo.

En el agua salada, las sales disueltas se separan bajo la influencia de la congelacion, que empieza por producir copos flotantes, cuya reunion constituye un banco de hielo. La congelacion se produce con idénticas condiciones en medio de los lagos de agua dulce, cuando se ven agitados violentamente. La superficie helada cúbrese entónces de asperezas, mientras que permanece lisa y llana si se ha formado en medio de la calma. Cuando el deshielo, el hielo de los rios ó mares, en vez de resolverse en granos como el hielo de los ventisqueros, se rompe con preferencia en pedazos de diferente volúmen.

Durante el riguroso invierno de 1860-61, los lagos de la Suiza estuvieron cubiertos mas de dos meses, de enero á mayo, de una espesa capa de hielo. M. Deiche aprovechó esta ocasion excepcional para estudiar, en el lago de Untersée, las grietas y fisuras del hielo. Estas dos especies de hendiduras difieren en que en las fisuras, ménos largas y anchas, las superficies de las partes separadas conservan la misma altura, mientras que en las grietas, cuyas dimensiones son siempre grandes, las superficies están situadas á alturas diferentes. La direccion de las grietas es casi siempre paralela al eje longitudinal del lago, lo cual no sucede en las fisuras que se manifiestan en todos sentidos. Las roturas que producen estas soluciones de con-

tinuidad están la mayor parte de las veces acompañadas de un movimiento de la superficie helada semejante á las vibraciones de los terremotos, y se oye tambien, al mismo tiempo, debajo de esta superficie, un ruido como el del viento de un huracan mezclado de sordas detonaciones. En las noches frias, y principalmente cuando las grietas se hielan de nuevo, déjanse oír esos ruidos. M. Deiche cita los siguientes ejemplos :



Grietas en los lagos.

El 28 de enero de 1861 el fenómeno presentó el máximo de su intensidad. Los ruidos de la tronada, los crujidos y silbidos se propagaron por espacio de mas de doce horas : el aire se habia calmado y reinaba una espesa niebla. Las antiguas grietas se habian cerrado á consecuencia del rehelo, y el ruido solo comenzó á cesar cuando la superficie se rompió por diferentes puntos, y dejó franco paso al agua. — El 1 y 2 de febrero, entre las ocho y diez de la mañana, se oyó aun un violento ruido bajo el hielo, acompañado de brami-

dos. El 3 y el 5 produjéronse simultáneamente los mismos ruidos en los lagos de Zeller, de Mundel y de Markelfinger.

Estos fenómenos concuerdan de ordinario con un descenso de la temperatura, y se manifiestan siempre cuando las grietas están cerradas por el rehielo. Los pescadores y bateleros designan esas grietas con el nombre de *heridas del hielo*, y, cuando el agua sale á la superficie, dicen que el hielo sangra. Atribuyen los movimientos y detonaciones que acabamos de describir á la dilatacion del hielo y á las corrientes de aire que se establecen debajo de él, necesitando el agua, segun ellos, como cuerpo vivo, aire para alimentarse. Esta idea estriba en los fenómenos del acto respiratorio entre les animales acuáticos, que, en el cumplimiento de este acto, consumen mucho oxígeno y expiran ácido carbónico y azoe. No pudiendo disolver el agua el total de esos gases irrespirables, que no hallan salida en la superficie interior del hielo, pueden producir por su acumulacion las vibraciones ó ruidos violentos que preceden ó acompañan á la aparicion de las grietas. En las regiones en que la absorcion del aire y la expulsion de los gases se hace en parte por efecto de una corriente, no se producen grietas; pero los pescadores practican á la sazón aberturas en el hielo, pensando que son necesarias para que no sufra el pescado.

En resúmen, M. Deiche, explicando las preocupaciones tradicionales que se han trasmitido entre los pescadores sobre la necesidad de las grietas, cree que es necesario atribuir las á los cambios de

temperatura y á la accion de los gases comprimidos, debiendo servir esas roturas del hielo en los lagos para establecer el equilibrio destruido por la congelacion de su superficie.

Inviernos rigurosos. — Resistencia del hielo.

En los mas rigurosos inviernos es tal el espesor del hielo en la superficie de los mares interiores, lagos y rios, que puede soportar los mayores pesos. Citaremos algunos ejemplos de esta resistencia, debida á frios excesivos.

En el año 400 el mar Negro se heló completamente. — En 821, pudieron atravesar el Danubio, el Elba y el Sena durante mas de un mes unas carretas cargadas con un peso excesivo. — En 859, el mar Adriático se heló hasta tal punto, que se podia ir á pié desde tierra firme hasta Venecia. — En 1325, los viajeros á pié ó á caballo iban sobre el hielo desde Dinamarca á Lubeck y á Dantzick. — En 1458, habiéndose helado el Danubio de orilla á orilla, acampó encima del hielo un ejército de cuarenta mil hombres. — En 1657, Carlos X, rey de Suecia, hizo pasar desde Fionia á Zelandia, sobre el hielo, todo su ejército, la caballería, la artillería, los furgones, los equipajes, etc. — En 1740, el Támesis se heló enteramente. El pueblo de Lóndres construyó sobre el hielo una vasta cocina en la que se asó un buey entero. — En 1794, los franceses se apoderaron de Holanda, bajo las órdenes de Pichegru, merced á los hielos. Un destacamento de ca-

ballería atravesó el Texel y capturó á la flota holandesa.

En Noruega, donde durante gran parte del año cúbrese el suelo de una capa de nieve helada, el gobierno ha creído oportuno hacer adoptar el uso de los patines á un regimiento particular de su ejército, que lleva por nombre, *regimiento de los patinadores*. Los soldados de dicho regimiento atraviesan con una rapidez prodigiosa los lagos y rios helados, ejecutando mil evoluciones difíciles. Armados de un ligero fusil suspendido á la espalda por una correa, y de un sable-puñal, están además provistos de un baston con punta de hierro, semejante al que se emplea en Suiza al visitar los ventisqueros. Pónense en movimiento merced á él, apresuran ó acortan su carrera y se mantienen en equilibrio. Cuando quieren pararse, hincan profundamente el baston en la nieve, y al hacer fuego sirven de él como de un punto de apoyo.

En las regiones del Norte, todas las vias de comunicacion, excepto los caminos trillados, estarian interceptadas, si los habitantes de esas comarcas no se sirviesen de patines. Pero el ejercicio de patinar no solamente es para ellos una necesidad imperiosa las mas de las veces, sino que tambien es una diversion y un ejercicio gimnástico, usado por otra parte en todas las regiones de la Europa septentrional en que la helada es bastante fuerte para dar solidez suficiente á las superficies heladas.

El ejercicio del patin es muy comun en las ciudades de Alemania, y á este propósito citaremos un interesante pasaje de las Memorias de Goethe: —

« Razon en verdad llevaba Klopstock al recomendar ese empleo de nuestras fuerzas, que nos pone en relacion con la feliz actividad de la infancia, que excita á la juventud á desplegar su ligereza y agilidad, y tiende á alejar la edad de la inercia. Nos entregábamos con deleite á ese placer, y todo un dia pasado en correr sobre el hielo no nos bastaba. Prolongábamos nuestro ejercicio hasta una hora avanzada de la noche, á la claridad de la luna. Porque, si los demás esfuerzos continuados por largo tiempo fatigan el cuerpo, este, por el contrario, parece darle mayor impulso y fuerza.

» Lo mismo que los adolescentes cuyas facultades intelectuales han hecho ya grandes progresos, olvidan todo por los mas inocentes juegos de la infancia, cuando les han tomado de nuevo el gusto, parecianos á nosotros en nuestros ejercicios perder enteramente de vista los mas sérios objetos que reclamaban nuestra atencion. Ese ejercicio, ese abandono á movimientos sin objeto, fueron los que despertaron en mi necesidades mas nobles, adormecidas largo tiempo, y debi á aquellas horas, que parecian perdidas, el desarrollo mas rápido de mis proyectos poéticos. »

Los desprendimientos ó roturas.

Quando á consecuencia de un cambio repentino de temperatura, el deshielo produce la rotura súbita de los hielos de que se halla cubierta la superficie de los rios, los fragmentos acarreados por la corriente se acumulan, y así concluyen por formar

enormes masas que producen frecuentemente grandes desastres. Así, después del crudo invierno de 1408, el deshielo, que empezó el 27 de enero, causó destrozos espantosos por la salida de madre de los ríos. En París, cuando se rompió el hielo, se vió poner en movimiento y flotar un solo témpano de trescientos piés de largo. Existían á la sazón en aquel punto muchas casas construidas sobre los puentes que fueron atacadas violentamente. El puente de madera que unia el Chatelet y el de San Miguel, llamado entónces Puente Nuevo fueron derribados, y afortunadamente nadie pereció, por que el desplome de los puentes y casas, que se temia, tuvo lugar por el día.

Recuérdanse también los estragos que produjeron las grandes roturas de 1831. En el Rhin, el Loira, el Sena y en la mayor parte de sus afluentes, quedaron enteramente destruidos varios puentes, y sobre otros muchos, que amenazaban ruina, suspendióse la circulación largo tiempo.

El naturalista Audubon describe así la rotura de los hielos en el Misisipí: — « Al subir un día por el Misisipi, mas allá de su reunion con el Ohio hallé interrumpida la navegacion á causa de los hielos. Contrarióme esto no poco; pero el único partido que podia tomar era el encargar á mi piloto, que era un francés del Canadá, que nos condujese á un sitio á propósito donde pudiéramos establecer nuestros cuarteles de invierno. Hizolo así, y escojió un parage en que el rio describia una gran curva llamada *Tawapatee-Bottom*. Las aguas se hallaban excesivamente bajas, el termómetro indicaba un frio exce-

sivo, la nieve cubria la tierra, el cielo estaba preñado de nubes y como todas las apariencias nos impedian por el momento la esperanza de continuar nuestro viaje, nos pusimos tranquilamente á la obra. Amarramos al borde nuestro gran barco de quilla, é hicimos, despues de haber depositado la carga en el bosque, una corta de gruesos troncos que dispusimos al rededor de nuestra embarcacion, para resguardarla de la presion de los hielos flotantes. En ménos de dos dias, nuestras provisiones, nuestros bagages y municiones se hallaban depositados en globo bajo uno de los magníficos árboles del bosque. Estendimos nuestras velas por encima y se elevó un verdadero campo en medio de la soledad. Pero ¡ cuán triste y sombrío nos parecia todo ! Si no hubiéramos tenido una perspectiva de placer que nos prometia la contemplacion de aquella naturaleza, tan ruda, no obstante, fuerza nos hubiera sido el resignarnos á pasar el tiempo en el triste estado á que se ven reducidos los osos durante el invierno. Sin embargo, no tardamos en hallar ocupacion y recursos ; el bosque estaba lleno de caza menor que venia hasta los alrededores de nuestro campo, mientras que sobre el hielo que á la sazón unia las dos orillas del vasto rio, se habia instalado una bandada de cisnes, objeto de apetito para los hambrientos lobos cuyas tentativas inútiles y desesperadas nos divertian en extremo. Era un espectáculo curioso el observar aquellas blancas aves arremolinadas todas sobre el hielo, pero atentas á cada uno de los movimientos de sus enemigos. No bien uno de estos últimos se aventuraba á aproximarse, aun á cien

metros, en seguida, arrojando su grito de alarma que resonaba como el sonido del clarín, el cisne se ponía en pié y abría sus anchas alas, daba algunos pasos corriendo que hacían resonar el hielo, con un ruido semejante al del lejano trueno á través de los bosques; y por último, volaba con aire de triunfo, dejando mortificados á los lobos, y obligados á imaginar otros ardidés si querían satisfacer su apetito.

«... Hacia seis semanas que estábamos allí, las aguas habían continuado bajando siempre, y tendido sobre el costado nuestro buque había permanecido completamente en seco. Los témpanos aglomerados formaban verdaderas murallas en las dos márgenes del río. Todos los días venía nuestro piloto á ver á qué altura nos hallábamos y se aseguraba por sí mismo si no había apariencia de cambio. Una noche todos dormíamos perfectamente, escepto él que se levantó subitamente, gritando con todas sus fuerzas: — La avenida, la avenida! al buque! Marineros hacha en mano y pronto, ó todo se ha perdido! Despertados de improviso y precipitándonos como si un tropel de salvajes nos hubiera atacado, caminamos sin orden ni concierto á la orilla. Con efecto, el hielo se rompía con un estrépito semejante á los disparos de una artillería de grueso calibre; y como las aguas habían crecido repentinamente á consecuencia de la crecida del Ohio, los dos ríos chocaban entre sí con violencia. Enormes masas heladas, desprendiéndose por anchos fragmentos, levantábanse un momento casi derechas, para caer con un ruido espantoso y hun-

dirse en medio de espumosas olas. Nos asombraba sobremanera el ver que el tiempo, que la víspera por la noche estaba sereno y helado, acababa de volverse al viento y á la lluvia. El agua corria por todas las grietas del hielo; era un espectáculo capaz de acobardar á cualquiera. Cuando amaneció nos pareció aun mas terrible y extraño. Toda la masa de aguas se hallaba en una violenta agitacion; el hielo que la cubria antes flotaba en la superficie en pequeños fragmentos; y, por mas que entre cada uno de los hombres mediaba la distancia de un pié, ni aun el mas decidido se atrevia á dar un paso encima. Nuestro buque se hallaba en un inminente peligro: los árboles que se habian colocado á su alrededor para defenderle hallábanse cortados ó arrancados, y sus restos golpeaban el frágil esquife: moverlo era imposible. Entónces nuestro piloto nos empleó á todos en recoger grandes manojos de cañas que se arrojaban á lo largo de sus costados. Y afortunadamente, antes de que el choque la echara á pique, nuestra embarcacion estuvo otra vez á flote, y pudo ponerse en marcha, sostenida por esta especie de cieno. Tranquilizados luego, pudimos contemplar aquella escena soberbia, cuando un horrible crugido se dejó oir, pareciendo provenir de cerca de una milla mas abajo, y de repente cedió el inmenso dique que formaba el hielo. La corriente del Misisipí se habia abierto paso atropellando el Ohio, y en ménos de cuatro horas completóse el desprendimiento. 1 »

¹ *Scènes de la Nature*; traduccion de Eugenio Bazin. Paris, 1857.

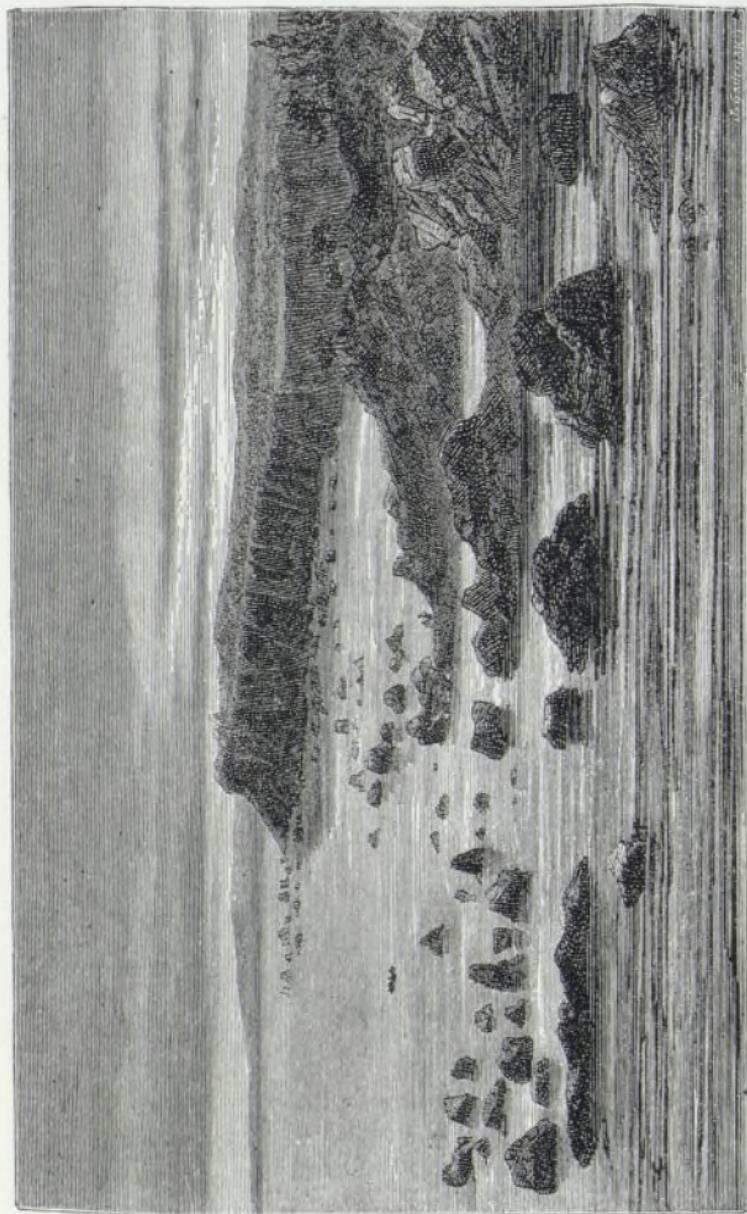
Inundaciones. — Fuerza de transporte de los hielos flotantes. — Islas de hielo.

En el hemisferio setentrional, y en todos los rios que corren de Sur á Norte, el desprendimiento naturalmente se produce ante todo en la parte superior de sus corrientes. Sucede entónces frecuentemente que los grandes fragmentos de hielo arrastrados por las aguas alcanzan partes de la corriente que están aun heladas, y ocasionan inundaciones considerables por el obstáculo que se forma en el punto de encuentro. Lyell ¹ cita una estrangulacion parcial de este género que tuvo lugar en el Vístula el 31 de enero de 1840. Detenido por los hielos aglomerados á una milla y media sobre la ciudad de Dantzig, el rio se vió obligado á seguir un nuevo curso sobre la orilla derecha, y se cavó en pocos dias, á través de arenosas colinas de 12 á 18 metros de altura, un lecho profundo y ancho de varias leguas de extension.

En el Canadá, en que diferentes tributarios del San Lorenzo empiezan tambien á deshelar en idénticas condiciones, véanse grandes placas de hielo agruparse sobre la que no se ha roto, y formar altos montones de helados fragmentos, que la fuerza del agua no tarda en poner en movimiento.

Esas masas arrastran los puentes, destruyen los muelles, arrancan y arrastran las rocas situadas en las

¹ *Principes de Géologie.*



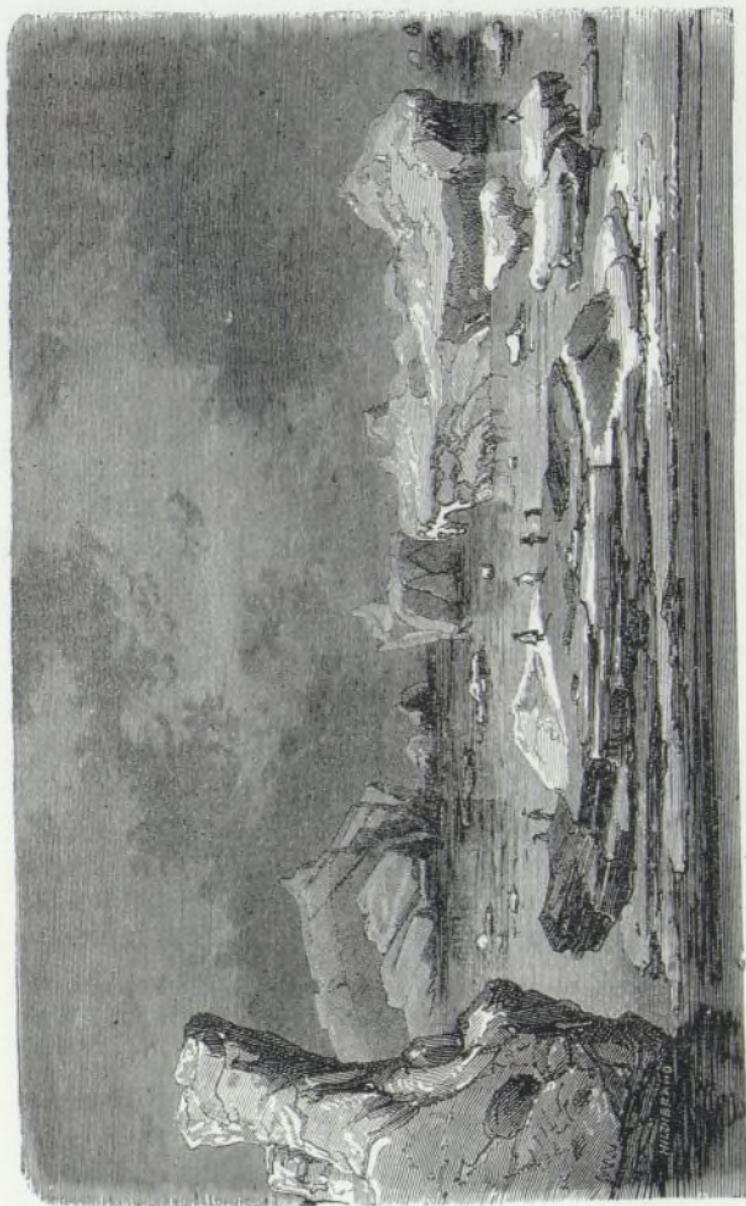
Trozos erráticos del San Lorenzo.

dos orillas. En ciertas partes del San Lorenzo, esos trozos erráticos se acumulan despues de cada invierno, y forman montones de que podrá dar idea la adjunta lámina, representando una vista tomada en el Richelieu Rapid. Uno de los trozos depositados en este punto no deja de pesar 70 toneladas á lo ménos.

No son ménos notables en San Lorenzo, mas abajo de Quebec, los efectos producidos por la helada. En dicho punto, en que la temperatura baja algunas veces hasta 34° cent., fórmanse espesas planchas de hielo en el momento de la baja mar. Cuando en seguida sube el mar, estas placas se ven levantadas y arrojadas sobre los altos-fondos, que rodean la costa. Cuando se retira la marea, la congelacion da lugar á la reunion de fragmentos desprendidos de roca ó de hielo, en contacto con las placas, y esas masas son en seguida arrastradas hácia el mar por una marea alta, ó por las aguas de rios engrosados en la primavera, á causa de haberse derretido las nieves.

En las regiones polares, en que los ventisqueros bajan hasta el mar, despréndense frecuentemente enormes fragmentos cubiertos de restos de rocas, y estas masas flotantes se convierten en islas de hielo (*Ice-bergs*) cuya formacion describe así M. C. Martins : — » En Spitzberg, el ventisquero, despues de un trayecto mas ó ménos largo, llega al mar. Cuando la orilla es rectilínea no le sobrepasa; pero en el fondo de una bahía cuya orilla sea curva, continúa progresando apoyándose en las costas de la bahía y adelantándose sobre el agua que cubre. Concíbese

fácilmente : en verano, el agua del mar en el fondo de las bahías tiene siempre una temperatura un poco superior á cero : el ventisquero se deshiela al contacto de esta agua, y, cuando la marea está baja, se distingue un intervalo entre el hielo y la superficie del agua. No viéndose ya sostenido el ventisquero se derrumba parcialmente : despréndense trozos inmensos que caen al mar, desapareciendo bajo el agua, y volviendo á aparecer girando sobre ellos mismos, oscilando durante algunos momentos, hasta que toman su posición de equilibrio. Esos trozos desprendidos de los ventisqueros forman hielos flotantes. Dos veces al día, en la marea baja y en el fondo de Bell-Sound y de Magdalena-Bay, asistíamos á ese hundimiento parcial del extremo de los ventisqueros. Un ruido semejante al de las tronadas acompañaba su caída : el mar, alborotado, se adelantaba hácia la orilla formando una especie de flujo de marea : el golfo se cubre de hielos flotantes, que, arrastrados por el reflujo salen como flotas de la bahía para ganar el alta mar, ó bien encallan aquí y allá en la orilla en los puntos en que no hay mucha agua. Esos hielos flotantes no tenían mucho mas de 4 á 5 metros de altura sobre el agua, porque las cuatro quintas partes de un hielo flotante se hallan sumidas en el agua. Los hielos flotantes de la bahía de Baffin son mucho mas elevados : algunas veces pasan por cima de la arboladura de los buques; pero en esa bahía la temperatura del mar está bajo cero, el ventisquero no se deshiela al contacto del agua, desciende al fondo del mar, y las partes que se desprenden son mas altas de toda la parte sumergida



Bancos de hielo.

H. W. P. 110

que, en las bahías de Spitzberg, se destruye por la fusión ¹. »

Para dar una idea de la magnificencia del fenómeno cuyo origen acabamos de indicar, diremos que bajo los 69° y 70° de latitud Norte, Scoresby contaba quinientas de estas montañas flotantes, que se elevaban de 30 á 60 metros sobre la superficie del mar, y cuya circunferencia variaba entre algunos metros y una milla. Varias de ellas se hallaban cargadas de capas de tierra y de fragmentos de rocas de tal volumen, que se evaluó su peso de cincuenta á cien mil toneladas.

Las distancias á las que los bancos de hielo se acercan del ecuador difieren en los dos lados opuestos de la línea. En el hemisferio Norte, su límite no sobrepasa los 40 grados de latitud. Encuéntraseles algunas veces cerca del extremo del gran banco de Terranova y hácia las Azores. En el hemisferio Sur se adelantan hasta 39° y 36°, á la altura del cabo de Buena Esperanza. Uno de estos hielos flotantes encontrado en estos puntos, y representado en la lámina de la página 245, tenia dos millas de circunferencia y 46 metros de altura. Otros bancos, que se elevaban de 76 á 91 metros próximamente sobre la superficie del mar, indicaban tambien una enorme masa, correspondiendo á 8 metros cúbicos debajo de cada metro cúbico de hielo que sobrepasaba el nivel del Océano.

Lyell observa muy justamente que, si las islas de hielo que descienden de las regiones polares boreales se adelantasen hasta latitudes tan bajas, el clima

¹ Du Spitzberg au Sahara.

de una parte de la Europa meridional sufriria grandes modificaciones, y bien pronto las brumas y las nubes reemplazarian el hermoso cielo de aquellas privilegiadas regiones. Añádase que algunos veranos frios y lluviosos, como por ejemplo los de 1816 y 1866, han podido ser atribuidos por los meteorologistas á un gran desprendimiento de hielos polares descendidos mas abajo y en mayor número en el Atlántico norte.

Ventisqueros de la Tierra de Fuego.

Segun M. Buch, el punto mas meridional en que, en Europa, los ventisqueros bajan hasta el mar, es en Noruega, bajo los 67° de latitud. En la América del Sur M. Darwin ha notado que idéntico punto se encuentra á 20° mas cerca del ecuador. Esta diferencia estriba ante todo en la posicion insular de la América meridional, condicion muy favorable, como ya lo hemos dicho, á la formacion del vapor de agua y de las nieves; y despues en la presencia de la corriente fria que se conoce con el nombre de corriente de Humboldt, que sigue á lo largo de la costa de la Tierra de Fuego y sube hasta la latitud Sur de 38°, refrescando los climas del Perú y Chile. La considerable extension de los ventisqueros en la gran sucesion de montañas que se extiende desde las Cordilleras hasta el cabo de Hornos ha fijado desde hace mucho tiempo la atencion de los viajeros. Antes de mostrar las relaciones de este fenómeno notable con el transporte de los hielos flotantes, citaremos una pintoresca descrip-

cion de los ventisqueros de la Tierra de Fuego.

« Cuando se atraviesan los estrechos que limitan la Tierra de Fuego al sur, admírase uno ante esas montañas (el monte Darwin y el Sarmiento), cuyas cúspides mas elevadas llegan á las alturas enormes de 2,130 metros y de 2,073 metros sobre el nivel del mar. La altura media de la cordillera que se extiende de noroeste á sudeste es de 1,000 y 1,200 metros. Estas montañas se hallan cubiertas de nieve en su parte superior, y la inferior se halla oculta por enormes bosques, á través de los cuales espumosas cascadas vierten las aguas que provienen del deshielo de las nieves. En las partes que corresponden á los valles, descienden hasta el mar inmensos ventisqueros, distinguiéndose por su color azulado de las nieves perpétuas indicadas por un tinte blanco mate, descendiendo de los valles ó de los circos superiores hasta el mar, donde van á sumergirse. Aquí y allá se ven salir torrentes de agua helada, que brillan en medio de los sombríos bosques de que están cubiertas las partes inferiores de las montañas ¹. »

Esas selvas son hermosísimas, como todas las de las tierras de Magallanes, notables por el poderío de vegetacion que caracteriza á los climas insulares. En la península de Brunswick florecen á muy corta distancia de los ventisqueros las fusias y las verónicas arborescentes. Las partes occiden-

¹ *Voyage au pôle Sud*, ejecutado bajo las órdenes de M. Dumont d'Urville, publicado bajo la direccion de M. Jacquinet, capitan de navío. — *Géographie physique*, par M. J. Grange.

tales de las tierras de Chiloé, entre los 38° y 35° están cubiertas de magníficos bosques, cuyos árboles alcanzan dimensiones extraordinarias y que rivalizan con los bosques intertropicales. La presencia de esta flora de latitudes más templadas y de un fauno correspondiente indica condiciones climáticas que, juntas á la disposición de las tierras, explican la extensión excepcional de los ventisqueros de la América meridional. Todos los navegantes que han explorado estos parajes hablan de los incesantes cerrazones, de las borrascas acompañadas de lluvia, piedra y nieve, que acarrear los vientos del sur. La comparación de los ventisqueros en los diferentes climas ha demostrado por otra parte, que el límite de las nieves perpétuas presenta la mayor altura en los climas continentales, y la menor en los climas insulares y peninsulares.

Evidente es el apoyo que vienen á prestar estas observaciones á las ideas de M. Tyndall, y sentimos el no indicar más que esta notable relación entre su teoría y el estudio de los fenómenos actuales. Sin embargo, todavía tendremos que dar algunos interesantes detalles acerca de este mismo asunto, al comparar el terreno errático de la América del Sur al del norte de Europa.

Depósitos erráticos.

Los inmensos ventisqueros que, desde los 46° de latitud hasta el Cabo de Hornos, descienden hácia el Océano por los grandes valles de las Cordilleras, presentan con frecuencia, como en los mares del

Norte, una pared perpendicular sobre el nivel del mar. Estos ventisqueros arrojan entónces allí considerables masas de hielos, que llevan lejos los grandes trozos que provienen de las *moraines*. En el estrecho de Eyres, donde los ventisqueros tienen un desarrollo enorme, se han visto á la vez cincuenta ventisqueros flotantes, de los que uno tenia hasta 51 metros de altura sobre las aguas. Varios de entre estos ventisqueros se hallaban cargados de trozos de roca y de despojos arrancados de las paredes de los valles. Ya hemos hablado de la prodigiosa cantidad de restos transportados por los ventisqueros de Suiza. Fácilmente se imaginará lo que debe ser este trasporte para los ventisqueros cuyo poder no es menor, y que se extiende sobre una cordillera de 250 leguas. Descendiendo la mayor parte de estos ventisqueros al nivel del mar, los despojos son principalmente trasportados por los hielos flotantes. Así, por ejemplo, hállase en la isla de Chiloé, que esta enfrente de las Cordilleras, como el Jura se halla enfrente de los Alpes, gran número de enormes fragmentos de granito, que han atravesado probablemente el mar sobre masas de hielo desprendidas de los ventisqueros de la costa. Para dar una idea de la distancia á que pueden operarse estos trasportes citaremos el siguiente hecho, sacado de Lyell: « En un viaje de descubrimientos hecho en 1839 á las regiones polares antárticas, se ha visto, en los 61° de latitud sur, una masa angulosa de roca de un color oscuro, encajonada en un campo de hielos flotando en el mar. La parte visible de esta roca tenia cerca de tres metros de altura

sobre un metro de ancho; pero el tinte moreno del hielo que la rodeaba indicaba que se hallaba escondida debajo del agua una parte mayor de la piedra. Este campo de hielos, con el que se observaron otros varios el mismo día, tenía de 76 á 91 metros de alto, y no se hallaba á ménos de unas 500 leguas de toda tierra conocida. Es poco probable, dice M. Darwin en su noticia acerca de este fenómeno, que se descubra nunca tierra alguna á cien millas del punto en que se percibió este campo de hielo, y estando todavía fijado el trozo errático de un modo muy sólido en el hielo, puede inferirse que debió recorrer varias leguas de mar antes de caer al fondo. »

Las masas tan considerables de los trozos y vestigios que se hallan en la márgen occidental de la América del Sur, no provienen solamente de los actuales ventisqueros. A semejanza de los valles suizos, los valles de las Cordilleras han conservado las marcas de la antigua extension de los ventisqueros, que sin duda en otro tiempo cubrieron toda la costa. A estos ventisqueros primitivos es á los que sobre todo debe atribuirse el origen del depósito errático, que se ha formado bajo las aguas en una época anterior al levantamiento de la parte meridional del continente de América. La cadena de las Cordilleras, aislada en el Océano, formaba entónces una série de elevadas cúspides cuyas pendientes veíanse bañadas por el mar, y se hallaba así en las condiciones mas favorables al desarrollo de los ventisqueros. Enormes masas pedregosas, cantos rodados y estriados, y trozos erráticos fueron transporta-

dos entónces bien léjos hácia el ecuador por los hielos flotantes, y ese considerable depósito, que hoy se halla en los terrenos emergentes, indica por su disminucion progresiva y su aproximacion al punto de origen, el pausado levantamiento de cuyas resultas los ventisqueros perdieron su importancia y arrastraron al mar una cantidad de restos mucho menor.

La formacion errática del norte de Europa presenta gran semejanza con la de la América meridional. En la época en que el Océano bañaba las cuestas de los Alpes escandinavos, cuyas cúspides no formaban mas que un archipiélago, condiciones higrométricas favorables produjeron tambien en esa region la acumulacion de nieves, la extension de los ventisqueros, el transporte de los trozos por los hielos flotantes y el depósito del terreno errático bajo las aguas. El ancho mar que recibia este depósito se extendia al este hasta el pié del Ural, al sudeste hasta los terraplenes de Moscou, al sur hácia las montañas de Harz, y, cubriendo así la Rusia, la Polonia, la Prusia, la Dinamarca y los Países Bajos, abrazaba aun una parte de Inglaterra. La orilla de este mar, segun los trabajos de MM. Elias de Beaumont, de Verneuel y de Durocher, está indicada por el límite meridional de los trozos erráticos, que forma un inmenso semicírculo del que Estokolmo seria el centro, y que tendria por rádio la distancia de Estokolmo á Moscou. Los trozos de este depósito, venidos del Norte y transportados por hielos flotantes, están dispuestos por zonas concéntricas. Los geólogos que han publicado trabajos sobre este importante

fenómeno, lo atribuyen á diferentes causas que no tardaremos en examinar. Bástanos por ahora haber indicado la contemporaneidad de la formacion errática con el período glaciario, y la semejanza de los fenómenos producidos con los que se observan aun hoy en todos los puntos del globo adonde descienden de las montañas poderosos ventisqueros.

Formacion y aspecto de los hielos flotantes.

— Bancos de hielos.

Las palabras *hielos flotantes* indican ordinariamente, en los mares polares, hielos movibles del volúmen de un buque. Las *islas de hielo* son masas aisladas de una gran extension. La frase *campo de hielo* (*field of ice*) se emplea por los navegantes ingleses para designar grandes llanos de hielo perfectamente unidos de 1 à 3 metros de elevacion. Se han visto de 100 millas de extension sobre una anchura de mas de 40. La palabra *banquise*, adoptada por Dumont d'Urville, corresponde al campo de hielo de los ingleses; pero la elevacion media de estas impenetrables barreras es mas considerable, y llega algunas veces, especialmente en los alrededores de las tierras, á alturas de 30 á 50 metros. Por último, la palabra inglesa *hummock* se aplica á los hielos irregulares cuyas caprichosas formas llaman la atencion y se elevan frecuentemente á alturas muy considerables.

Distínguense al simple aspecto los hielos de agua de mar y los de agua dulce. Los primeros son porosos, opacos, blancos, y transmiten la luz con



LOS VENTISQUEROS.

Isla de hielo (hemisferio sur).



tintes azulados ó verdosos. Los hielos que provienen de los ventisqueros de las costas presentan hermosos colores verdes y son frecuentemente tan puros como el cristal. La densidad de los hielos flotantes varía segun su procedencia y el modo de su formacion. Resulta de esto que su relacion de flotacion varía tambien entre $1/9$ para el máximum de densidad y $1/7$ para el mínimum. En el primer caso, un hielo de 9 metros de espesor no se elevaria sino un metro sobre el nivel del mar, y 1^m 28 en el segundo caso.

Pueden formarse terraplenes de hielo en la superficie del mar, á una gran distancia de las tierras. Varios navegantes han presenciado efectuarse esta trasformacion á su vista, y Scoresby ha descrito las diferentes fases : — « He observado con frecuencia, dice ¹, los progresos de la congelacion desde la primera apariencia de los cristales hasta que el hielo ha llegado á un espesor de mas de una pulgada, sin que la tierra pudiese ayudar en nada á su formacion ; frecuentemente, allí en donde el hielo antiguo habiendo sido arrojado por las corrientes ó por los vientos del este, las tierras situadas al oeste habian impedido tomar su puesto á nuevos hielos.

« He visto formarse el hielo á mas de 20 leguas de Spitzberg, y adquirir rápidamente una consistencia capaz de detener los movimientos de un buque impelido por una fuerte brisa aun cuando estuviese expuesto á las olas del Océano Atlántico, en medio del mar de Groenlandia, bajo los 72° de latitud.

¹ *An account of the arctic regions.*

» Cuando los primeros elementos de hielo aparecen en la superficie del mar bajo la forma de pequeños cristales aislados, y que se asemejan á la nieve que no podria derretir el agua muy fria, los llaman los marinos *Sludge* (mancha); la marejada se calma como si se hubieran cubierto las olas con una capa de aceite. Los cristales se unen entre sí para formar núcleos mas voluminosos, y aun bajo el influjo de las olas adquieren volúmenes de 3 á 4 pulgadas de diámetro. Estos pequeños témpanos, chocando constantemente unos con otros, se redondean, se levantan sus orillas, se unen y presentan bien pronto pequeños terraplenes de un pié de espesor y de varios metros de circunferencia : llámaseles entónces *pancake*; y si se examinan esos *pancakes*, se verá que presentan la forma de una losa de empedrado. Cuando ha cesado completamente la marejada, estos diversos témpanos se unen y forman inmensos campos.

» Cuando el mar no se halla agitado, el progreso de la congelacion es sumamente rápido. El hielo aumenta por la parte inferior, llega frecuentemente á un espesor de 2 á 3 pulgadas en veinte y cuatro horas, y puede sostener el peso de un hombre en ménos de 48 horas. Estos terraplenes de nueva formacion se llaman entre los marinos ingleses *young ice*, *bay ice*, hielos recientes. »

Bien pronto vienen á reunirse á la superficie numerosas capas de nieve : aumentan aun y acaban por formar inmensos llanos de hielo que los balleneros encuentran en la primavera en los mares del Norte.



Hielos flotantes.

Estos hielos flotantes no adquieren gran espesor sino cuando permanecen accidentalmente fijos sobre los costados, á una latitud en que circunstancias higrométricas favorables preparan la caída de una gran cantidad de nieve, que se condensa en su superficie y se reduce á *nevé* en la primavera. Así es como se elevan, durante una larga série de inviernos, las enormes masas, regularmente estratificadas, que conservan su carácter horizontal, y tienen en general formas que se aproximan á la del paralelepípedo. Estas masas, que tienen frecuentemente de 50 á 60 metros de elevacion y 2 ó 3 millas de largo, parecen ser siempre los restos de un inmenso terraplen, dividido en partes de la misma altura. Los magníficos campos de hielo que cubren los mares de Groenlandia y los del continente austral tienen sin duda este origen, que permite solo explicar su altura uniforme y su posicion horizontal.

Las masas que se desprenden de los ventisqueros cuya parte inferior se sumerge en el mar, son infinitamente ménos considerables y afectan las formas mas irregulares. La accion de la ola sobre el frente de estos ventisqueros forma excavaciones, bóvedas, arcos, y el mismo efecto se produce en las masas flotantes. Cuando se eleva la temperatura del mar la base entra en fusion, y bien pronto, al choque de las olas derrúmbase la masa y zozobra, levantando hácia el cielo las agujas, columnas, pilares y torreoncillos que es lo único que ha quedado de la parte inferior destruida.

La forma y la dimension de los hielos flotantes varian infinitamente. « Su disposicion relativa en

líneas ó grupos se determina á causa de los vientos, las corrientes y todas las variaciones de un cielo tempestuoso. Tan pronto presentan inmensos campos de 1 á 5 metros de altura, en cuyo caso son llanuras perfectamente niveladas y cubiertas de nieve, como un frente de enormes trozos, de 10 á 50 metros, formando una costa continua, un banco impenetrable, ofreciendo todos los accidentes de costas bravas, de márgenes montañosas. Mas léjos, estos bancos, estos campos de hielo se separan en grupos. Aun mas allá no son mas que islas, islotes diseminados.

» Esos inmensos despojos de un mundo inerte toman todas las modificaciones, todas las formas, todas las figuras que les imprime el Océano : vastos campos unidos bajo un sereno cielo, despues de la tormenta son montones de ruinas, que el poderoso arquitecto ha levantado en su cólera, rompiendo los hielos unos contra otros, y elevando sus restos en caprichosos monumentos, en fantásticas montañas, que alcanzan algunas veces hasta 100 metros de altura.

» Cuando los hielos han flotado largo tiempo, preséntanse frecuentemente bajo la forma de setas : han sido profundamente excavados en el nivel de su línea de flotacion, y de su chapitel descienden grandes estaláctitas que brillan con mil colores. Esos hielos ordinariamente son muy duros; sin embargo, bajo la influencia de algunas circunstancias que son aun poco conocidas, se ablandan, y el menor sacudimiento basta entónces para reducirlos á polvo. Estos fenómenos manifiéstanse sobre todo bajo la

influencia de los vientos calurosos y húmedos.

» Los hielos flotantes que se han desprendido de las paredes de hielo, bancos que terminan los ventisqueros, son ordinariamente mas densos que los formados en la superficie del mar. Sus contornos son generalmente irregulares : presentan frecuentemente figuras fantásticas : ya son edificios góticos, ó pirámides, ó palacios de mármol ; pero lo mas frecuentemente tienen formas tan raras que no puede comparárselas á nada : su estratificación, ménos sensible y ménos bien determinada que la de los demás hielos flotantes, es perfectamente regular : su color azulado es generalmente mas vivo y el agua que arrojan al derretirse es bastante dulce para poder servir á las tripulaciones.

» Estos fragmentos de ventisqueros están ordinariamente aislados ó en grupos reducidos, y se presentan raramente en masas uniformes, como los restos de un campo de hielo : pueden solos ofrecer esos magníficos monumentos cuya altura y dibujo asombran y admiran á los viajeros ¹. »

Los navegantes que han frecuentado los mares polares reconocen á gran distancia, por el colorido de las nubes y el brillo particular del cielo en el horizonte, la presencia de los hielos flotantes. Así la palabra inglesa *ice-blink* designa una *blancura* que aparece en la parte de la atmósfera situada sobre una gran extension de hielo. El tinte amarillento del cielo indica una tierra recubierta de nieve y se distingue con el nombre de *land-blink*. Cerca de

¹ *Voyage au pôle Sud*. Geografía física, por M. J. Grange.

los bancos, las nubes son generalmente de una blancura resplandeciente, producida por el reflejo de los rayos del sol. El capitán Beechey habla « del aspecto extraño que esa reverberación de los hielos da al cielo, donde, en la calma de una atmósfera plateada parece brillar una claridad sobrenatural. » Cuando el mar está libre mas allá de un banco, véase en el horizonte como un *ennegrecimiento*, y los ingleses llaman *water-sky*, *cielo de agua*, ese aspecto mas sombrío del cielo polar sobre el Océano.

VII

HIELOS DE LAS REGIONES POLARES.

El banco de hielos austral. — Estancia en el banco. — Tierras Adelia y Victoria. — Ventisqueros polares. — Paso nordeste. — Viaje por el banco de hielos. — Paso nordeste. — Hielos de la bahía de Baffin. — El mar abierto. — Transporte de los hielos por medio de las corrientes. — Expedición al polo Norte.

El banco de hielos austral.

Cook fué el primer viajero que acometió la empresa de penetrar en las regiones antárticas. El gobierno inglés le habia confiado la mision de dar una vuelta entera alrededor del globo, manteniéndose lo mas cerca posible á la vista de los hielos, y él hizo esta exploracion en 1773 y 1774 con una constancia y una intrepidez sin igual. Las sinuosidades de un banco continuo no le permitieron llegar mas que dos veces al paralelo de 71° 15; en un punto solamente apercibió á la otra parte de esta barrera una continuacion de montañas blancas, cuyas cimas se perdian en las nubes; pero los hielos

flotantes fueron sobre todo los que por su número y distribución le revelaron la existencia, y hasta cierto punto la forma de un continente situado al lado del polo. Al mismo tiempo pudo creer que jamás sería posible abordarlo. « Los peligros, dice en su relación, que se correrían queriendo explorar esas mares terribles son tales, que creo que nadie osará aventurarse mas léjos, y que las tierras situadas en el sur del 71° paralelo, quedarán eternamente vírgenes. » Esta asercion del atrevido capitán paralizó durante largo tiempo el ardor de los marinos de todas las naciones, y se llegó hasta el principio de nuestro siglo antes de acometer nuevas tentativas. La Rusia envió un navío mandado por el capitán Bellinghausen, que no subió mas allá que Cook; un pescador de focas, el inglés Weddel, fué el que en febrero de 1823 encontró la mar despejada hasta 74° 15 de latitud, y dió por este descubrimiento un nuevo impulso á los espíritus emprendedores. La principal instruccion que recibió mas tarde Dumont-d'Urville fué la de asegurarse hasta qué punto era posible seguir la ruta indicada por Weddel hácia el polo austral. La expedicion cuyo mando le fué confiado se componia de dos corbetas, *l'Astrolabe* y *la Zélée*, armadas en Tolon en la primavera de 1837 y si no llegó á encontrar la abertura esperada, marcará siempre una de las páginas mas gloriosas de nuestra historia marítima. Adquirió además el conocimiento de muchas tierras nuevas con que enriqueció la geografía, y recogió una abundante cosecha de observaciones científicas.

Las naves que partieron de las islas Orkney no

habian aun llegado al 65° grado de latitud, cuando les fué preciso interrumpir la ruta hácia el sur, por el anuncio del vigía de que el paso se hallaba cerrado. Un inmenso campo de hielos compactos y acumulados unos sobre otros, se extendia en efecto por toda la vista del sudoeste al norte-nordeste pasando por el sur. Se llegó á dos millas del terrible banco.

En estas circunstancias el comandante Dumont-d'Urville se decidió á seguir el curso de los hielos dirigiéndose hácia el este. « La brisa cae y nosotros andábamos apenas un nudo durante cuatro ó cinco horas. Así tuvimos tiempo de contemplar á toda satisfaccion el hermoso espectáculo que teniamos ante los ojos. Severo y grandioso mas allá de toda expresion al elevar la imaginacion, llenaba el corazon de un sentimiento de espanto involuntario; en ninguna parte puede convencerse el hombre mejor de su impotencia. Este es un mundo nuevo cuya imágen se despliega á sus miradas; pero un mundo inerte, lúgubre y silencioso donde todo le amenaza hundir todas sus facultades. Allí, si tuviera la desgracia de quedar abandonado á sí mismo, ningun recurso, ningun consuelo, ninguna chispa de esperanza podria endulzar sus últimos momentos.....

» Ya que sea imposible dar la descripcion de este extraño cuadro á los que no lo han contemplado, intentaremos al ménos trazar algunos perfiles. Hasta el confin del horizonte al este como al oeste, se extendia un llano inmenso de bancos de hielo de todas formas, aglomerados y confusamente enlazados los

unos en los otros, como se observa casi en la superficie de un gran río, cuando llega el momento del desborde. Su altura media no pasaba de unos 4 ó 5 metros; pero sobre este plano helado surgían acá y allá pedazos tanto más considerables, cuando algunos representaban una elevación de 30 á 40 metros y de proporcionadas dimensiones. Parecían grandes edificios de una villa de mármol blanco ó alabastro.

» Los bordes del banco están ordinariamente bien dibujados y cortados á pico como una muralla; algunas veces están rotos, desmoronados, y forman pequeños canales, poco profundos ó pequeñas ensenadas, donde podrían navegar embarcaciones, pero que apenas recibirían nuestras corbetas. Entonces los hielos que están juntos, agitados por las olas, se hallan en un perpetuo movimiento, que ciertamente los destruye á la larga.

» Su color ordinariamente es pardusco; pero si llegan los rayos del sol á poder iluminar la escena, resultan efectos de óptica verdaderamente maravillosos. Se diría que una gran ciudad se muestra en medio del temporal con sus casas, sus palacios, sus fortificaciones y sus campanarios. Otras veces se creería ver una villa con sus castillos y sus árboles salpicados de una nieve ligera.

» El silencio más profundo reina en medio de estos llanos helados, y la vida no está allí representada más que por algunos petrales que revolotean sin ruido, ó por ballenas, cuyo sordo y lúgubre resoplido quebranta por intervalos esta monotonía desoladora. A las proximidades del banco los



Entrada en el banco de hielos.



hielos flotantes son numerosos; pero ni están reunidos ni aglomerados, como se pudiera esperar junto á los hielos compactos ¹. »

Estancia en el banco de hielos.

La navegacion á lo largo del banco presentaba grandes peligros á causa de los numerosos hielos flotantes que se encontraban y que era necesario evitar por medio de hábiles maniobras. Estos peligros se aumentaban frecuentemente por las espesas neblinas y por las caidas de nieve.

Cada vez que se aproximaban á la barrera compacta, se encontraban casi el mismo cuadro : una vasta extension de hielos de bizarras formas y de variados colores. Algunas veces parecian de un gris-negrusco, otras dominaba como una nube verde mas ó ménos oscura; pero las mas veces eran azulados ó de una blancura deslumbrante. Se les veia sobre muchas partes; sobre los bordes del banco, descoyuntados y alterados por el deshielo; se presumia que ofrecerian un pasaje, pero cada tentativa era detenida por un baluarte infranqueable. Al aventurarse así Dumont-d'Urville, quedó bloqueado durante muchos dias en medio de los hielos. Aprovechando un viento favorable lanzó sus naves en una abertura aparente, evitando solamente el choque de los mas grandes pedazos de hielo, y machacando los otros con la proa. Esta audaz maniobra salió bien largo tiempo : las sólidas

¹ Viaje de las corbetas *l'Astrobale* y *la Zelée* al polo sur y á la Oceania, por Dumont-d'Urville.

corbetas trunfaron de los obstáculos y únicamente sufrieron tan fuertes sacudidas, que las carenas vibraban en todas sus partes. La sierra ajustada sobre la guinda de *l'Astrolabe* trabajó desde luego bastante bien; pero los abordajes repetidos aflojaron los clavos que la sujetaban, y un choque mas fuerte que los otros la desprendió por completo. La nieve por otra parte se volvía mas intensa y mas continua, tanto que obligó al comandante á detener la marcha de las corbetas. Hizo quitar las velas y tomó fondo de una especie nueva, amarrando los cables á fuertes pedazos de hielo, que servían de este modo de anclas flotantes.

Hizo los dias siguientes tentativas en diferentes direcciones, embistiendo de nuevo los hielos á la vela, y emprendiendo hasta encontrarse parado un largo y penoso viaje. Las cuerdas fijadas en las mas sólidas anfractuosidades se rollaban á los cabestantes, mientras que los marineros se esforzaban en facilitar la marcha poniendo los pedazos de hielo de costado.

En medio de tan difíciles circunstancias Dumont-d'Urville fué á conferenciar con el comandante de *la Zélée*. « Esta visita, dice, tuvo para mí un precioso resultado, pues me probó que el celo y la constancia de M. Jacquinot no habian recibido detrimento por los peligros que llevábamos corridos ni por los que aun nos amenazaban. Ni se le escapó una queja ni una mirada hácia atrás, atestiguándose su satisfaccion y afectó de siempre en acompañarme á todas partes donde yo le quisiera conducir. Sentimientos tan nobles no contribuyeron



Interior del banco de hielo (polo Sur).

poco á sostener mi propio aliento; cierto del concurso de tan digno compañero, me senti capaz de los mayores esfuerzos por cumplir dignamente mi cometido. »

Nuevos ensayos fueron emprendidos, pero no proporcionaron sino un muy débil cambio, y los hielos se apretaron de tal modo á causa de los vientos frescos del norte que empezaron á soplar, que fué imposible hacer movimiento alguno. La mar libre no estaba mientras tanto á larga distancia, pues se oia el ruido de las olas al romperse sobre los bordes del banco, y el viento era bastante fuerte para imprimir un movimiento de oscilacion á todo el plano helado.

El viento cambió afortunadamente el siguiente dia y se estableció por el sudeste. Se aparejó; los buques se lanzaron con suma rapidez por algun tiempo y fueron á poco detenidos por masas muy compactas de hielo, que fué preciso franquear recurriendo á las amarras : pronto volvieron á tomar su curso y vieron en fin la mar libre desarrollarse á poca distancia.

« En el momento, dice Dumont-d'Urville, que acabábamos de quitar nuestras últimas amarras, nos acaeció un bien triste accidente. Acababa de dar la orden de « Todo el mundo á bordo. » Todos estuvieron listos á entrar; mas el maestro calafate, hombre activo y de celo, ocupado con los otros en trabajos fuera de la corbeta, habia quedado atrás detenido con gran frecuencia por las lagunas que dejaban los hielos : corrió, saltó cuanto pudo; pero muchas veces las fosas muy anchas le obligaron

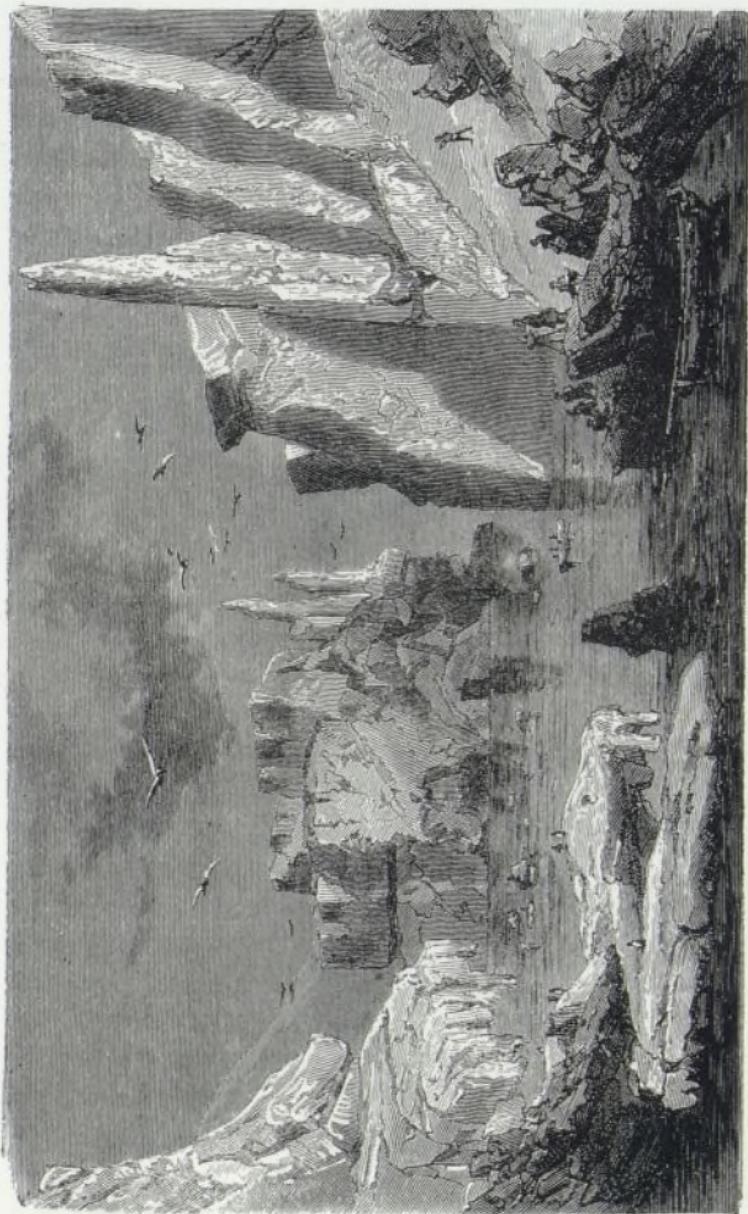
á hacer grandes rodeos, y durante este tiempo, á pesar de mis esfuerzos la corbeta caminaba adelante. Creí un momento verme obligado á dejar á ese desgraciado en los hielos, porque la corbeta una vez fuera, era imposible soñar que volviese á entrar allí, ni ménos expedir una canoa para salvarle. En fin, con gran alegría mia pudo llegar á bordo, adonde se le izó mas muerto que vivo. »



Salida del banco de hielos.

Tierras Adelia y Victoria.

En enero de 1840, Dumont-d'Urville resolvió hacer una nueva prueba hácia el polo del Sur, partiendo esta vez de Hobart-Town, en Australia. La region que él exploró estaba precisamente opuesta á aquella en la que habia por primera vez embestido aquel banco. Despues que hubieron franqueado los



Desembarco de Dumont-d'Urville en la tierra Adelia (polo Sur).

hielos, apareció á la vista de los navegantes una nueva tierra perteneciente probablemente al continente austral.

« El 21, dice Dumont-d'Urville en su Memoria al ministerio, aproveché una hermosa brisa del sudeste para cinglar al sur-sur-oeste hácia la tierra. Para llegar allí teníamos que atravesar una cadena inmensa de gruesos hielos en forma de tablas y de las mayores dimensiones. Busqué con la vista el canal mas abierto y ménos peligroso. Desde las dos á las seis, nuestras corbetas desfilaron tranquilamente dentro de un estrecho de nueva especie. A veces no ofrecian los canales mas anchura que la de dos ó tres cables, y entónces nuestros buques parecian hallarse sepultados bajo esas murallas resplandecientes de 100 á 150 piés de altura vertical. Abriéndose despues en un instante el canal, pasábamos de prisa por diques mas espaciosos rodeados de hielos de formas fantásticas, que hacian recordar los palacios de cristal y de diamantes de los cuentos de Hadas.

» Un cielo puro, un tiempo delicioso, una brisa á placer nos servian admirablemente en esta navegacion. Salimos en fin de esos canales tortuosos y cerrados, cuyas altas paredes nos habian privado largo tiempo de la vista de las tierras, y nos hallamos sobre un espacio, relativamente despejado, desde donde pudimos contemplar la costa en toda su extension visible.

» Distante de nosotros, como unas 8 á 10 millas próximamente, se elevaba como un inmenso muro de unos 1,500 piés, enteramente cubierto de hielos y

de nieves, que habian nivelado la cima, dejando subsistir los barrancos sobre la pendiente de las tierras, así como las bahías y los puentes de la ribera. Unas veces sus hielos no ofrecian sino un manto llano y de una blancura sombría y monótona; otras estaba su superficie, escalonada, cortada, y tormentosa como si hubiese sufrido violentas convulsiones. »

Cuando se hubieron aproximado, las embarcaciones dirigidas sobre la ribera recogieron allí rocas de granito de variadas tintas y algunos fragmentos de fucus. La nueva tierra recibió de Dumont-d'Urville el nombre de *tierra Adelia* en testimonio del profundo afecto á la compañera apasionada que habia consentido una dolorosa y larga separacion, permitiéndole cumplir sus proyectos de exploracion. Aun se recuerda el triste destino del almirante, que apenas restituido á Francia pereció con su esposa y su jóven hijo en la grande catástrofe del camino de hierro de Versalles.

Nada da un testimonio mas alto de la gran pérdida que sufrió con él la marina francesa, que las líneas de su valiente compañero el capitán (hoy vice-almirante) Jacquinet : « Todos los oficiales, dice, que han seguido á M. d'Urville en sus dos campañas están unánimes en reconocer que nada iguala á la sangre fria, al valor y voluntad constante de este hombre eminente, que torturado con frecuencia por la gota y por crueles dolores, jamás faltó al puesto donde le llamaba la salvacion de sus buques, á pesar del frio mas intenso y de las mas violentas tempestades. ¡Qué aprecio además, qué respeto el de la tripulacion á quien él habia

hecho arriesgar varias veces la muerte mas cruel! Pocos navegantes han engrandecido tanto como él el terreno de la geografía y ciencias naturales, por el ardor que sabia comunicar á todos los miembros de la expedicion que dirigia, y por el celo que ponía de su parte al hacer todas las observaciones que juzgaba útiles al progreso de la ciencia. »

Los resultados adquiridos por la expedicion francesa, ayudaron poderosamente al capitan inglés James Ross al hacer el descubrimiento que le dió tan ruidoso renombre. Su preocupacion principal fué buscar la posicion del polo magnético austral, al que se habia aproximado tanto Dumont-d'Urville en la tierra Adelia. Hizo rumbo al sur en enero de 1841, sobre un meridiano mas oriental en algunos grados, encontró la extremidad del banco un poco mas allá de los 63° grados de latitud, retrocedió luego y fué colocado aun mas hácia el este por una tempestad, despues de la cual encontró la barrera por 66°. Llevándolo allí el viento y la mar directamente, se determinó á buscar al través. El resultado fué completo á pesar de las espesas neblinas acompañadas de débiles brisas, que hicieron pronto la ruta penosa y peligrosa tambien, y de los chubascos que impedían mucho la maniobra. Lo que animaba á Ross era que á cada relámpago se dejaba ver en el sudeste, un « cielo de agua » que evidentemente reflejaba una mar libre : él arribó en efecto á ella el 9 de enero, despues de haber andado mas de 200 millas dentro del banco.

El 11, por 70° 47', se señaló la tierra que presentaba montes á pico de una altura de 3,000 á

4,000 metros, enteramente cubiertos de nieve, y sobre cuyos flancos, inmensos ventisqueros se avanzaban como cabos dentro de la mar. Acá y allá se percibían algunas cabezas de rocas desnudas; mas la costa estaba tan erizada de hielos que fué imposible desembarcar allí. Los capitanes Ross y Crozier pudieron solamente bajar sobre dos islas situadas la una por 71° , la otra por 76° , de las que tomaron posesion en nombre de la reina Victoria. Eran de origen volcánico y precedían una region, donde poderosas fuerzas subterráneas habian hecho explosion. Se descubrió en efecto por $77^{\circ} 30'$ una montaña de la altura de 3,750 metros, vomitando inmensas columnas de llamas y de humo, teniendo á sus costados otro volcan casi tan elevado, pero apagado ó al menos inactivo. A estos gigantes del continente antártico se les dió el nombre de las naves de la expedicion : *Erebus* y *Terror*, bien en armonía con estos parajes desolados.

Poco tiempo despues, á los 78° grados de latitud, los navegantes encontraron una barrera de hielo que sobresalia 50 metros de la corona de los mástiles, mas allá de la cual se veían las cimas de una alta cadena de montañas. Creían haber llegado al fondo de un gran golfo abierto en el continente antártico, pues despues de haber recorrido 300 millas al rededor hácia el este y costeano la barrera, se hallaron detenidos por un banco extremadamente peligroso que les obligó á tomar el rumbo del norte.

Despues de esta brillante campaña, en que se vió realizado lo que Cook creía imposible, el capitan Ross hizo aun otras dos expediciones; pero que

fueron mucho menos afortunadas. El 18 de diciembre de 1841 encontró el banco á 300 millas mas al norte que el año anterior; sin embargo, avanzó hasta un sitio en que los hielos se hallaban muy espesos para continuar la ruta, y donde la perspectiva del cielo hácia el sur anunciaba la presencia de masas infranqueables. Volviendo hácia el oeste, donde las apariencias parecian mas favorables, se hallaba tan solo á algunas millas de distancia de la mar libre, cuando una fuertísima ventolera hizo correr á sus embarcaciones grandes peligros. Las dos perdieron el timon, y desamparadas así tuvieron que luchar todo un dia contra las masas de hielo que venian á abordarlas. La tempestad se apaciguó pronto; Ross pudo reparar las averías en medio mismo de los hielos, y salió el 2 de febrero, despues de haber estado aprisionado durante 46 dias.

Las observaciones de la tercer campaña tuvieron lugar al lado de la tierra de Graham al sur del Cabo de Hornos. Ross quiso probar á penetrar por entre las costas y el banco, esperando llegar de este modo á la grande mar libre designada por Weddell. No pudo llegar allí; pero reconoció una grande extension de tierras nuevas que le parecieron aun pertenecer al continente antártico. Estas tierras estaban cubiertas de nieve, y ventisqueros inmensos llegaban hasta la orilla á meterse en el mar y abandonarse á las corrientes de montañas flotantes.

Se cercioró de la naturaleza volcánica de la mayor parte de las rocas visibles. Una isla que pudo abordar presentaba un vasto cráter en la cima de un alto cono de 3,500 metros.

Segun pues, las relaciones que acabamos de resumir así, como las de otros navegantes, las latitudes bajo las cuales se encuentran los bancos son muy diferentes de un año para otro y hasta en los períodos mas cortos. Ordinariamente cuando se acercan á esas barreras no encuentran desde luego mas que una multitud de hielos flotantes, reuniéndose en grupos, en mantos ó en líneas curvas, segun el capricho de los vientos y de las corrientes. Presentan muchas veces zonas concéntricas en que los extremos están compuestos de simples pedazos de hielo semifundido y les siguen hielos de un volumen mas considerable, parecidos algunas veces á un buque pequeño. Se franquean fácilmente dos ó tres millas en la mar que queda libre entre esas zonas. Mas léjos pueden aun atravesarse grupos de grandes islas de hielo pasando por los canales que dejan entre ellas sus paredes verticales, y luego seguidamente se tropieza con el dique impenetrable. Cuando los hielos están dispuestos de esta manera, se comprende muy bien cómo con vientos violentos que soplan muchos dias hácia el sur, un espacio que ha sido atravesado con facilidad, en una época dada, se torna rápidamente impenetrable. Bajo el impulso de estos vientos los pedazos se ponen en movimiento con diferentes velocidades, segun su masa. Los mas pequeños fragmentos se reúnen á aquellos que los siguen, las zonas concéntricas se acercan así como las grandes islas, y una baja ligera de temperatura basta entónces para que se rehielen todos esos hielos prensados, y para que un banco compacto, mucho mas extenso se forme en vez del otro.

Ventisqueros polares.

Las dimensiones extraordinarias de las montañas de hielos flotantes halladas en los mares del hemisferio sur, son el primer indicio de la presencia de grandes ventisqueros sobre las tierras australes. Esta prevision ha sido confirmada cuando los navegantes han podido ver algunos. « Se estaria léjos de la verdad, dice M. Grange, si se representaran los ventisqueros polares con los recuerdos de la Suiza y de los Pirineos. Presentan un espectáculo de una grandeza indescriptible : asustado el viajero admira la magnificencia de la escena; mas experimenta al mismo tiempo un sentimiento de terror que no puede expresar al contemplar á su rededor la naturaleza muerta, inanimada. ¡ Qué diferencia con las montañas de la Suiza, donde las crestas azuladas de los ventisqueros coronan los verdes prados y los hermosos bosques! Aquí el mundo se halla inerte : la naturaleza inanimada, un cielo de plomo, una bruma incesante, espesas nieblas dan á estos ventisqueros una tinta parda y sombría : un silencio absoluto reina en sus tristes playas, donde la vida no tiene mas representantes que algunas aves de rapiña de anchas alas que recorren esas soledades; algunas bandadas de pájaros-bobos que se esconden en las fragosidades de los ventisqueros, meciéndose y jugando sobre la espuma de las olas, ó algunas ballenas que van á buscar un abrigo debajo de los hielos de los polos. »

Paredes verticales de muchas leguas de exten-

sion y altas de 50 á 60 metros, terminan muchas veces los ventisqueros que van á afluir por aquel lado. Las extremidades de los ventisqueros de la Suiza, están léjos de llegar á tales dimensiones: ¡júzguese, pues, qué masas hacen suponer en los círculos y en los valles de las montañas!

El comandante Maury hace resaltar en su *Geografía física de la mar* la causa de esta grande extension de ventisqueros de las tierras australes. Esta reside en el estado higrométrico de los vientos dominantes que soplan del noroeste, y pasan sobre una vasta superficie marítima antes de penetrar en la zona glacial. Se cargan así de abundantes vapores y los trasportan hácia esa region erizada de altas montañas que hace el efecto de un inmenso condensador. La extension y la potencia de los ventisqueros y de los hielos flotantes de las regiones polares, están, pues, en relacion de las condiciones climatológicas, y no dependen, como se ha creido, de una grande inferioridad en la temperatura relativamente á la de las regiones boreales. Segun el eminente meteorologista, el calórico latente desprendido por la precipitacion tan considerable que allí se opera, debe al mismo tiempo asegurar á las regiones australes un clima relativamente suave. Este hecho está puesto en relieve en las súplicas dirigidas repetidas veces por el comandante Maury á las naciones marítimas para comprometerlas á emprender expediciones hácia el polo antártico, suspendidas hace un cuarto de siglo. Invita sobre todo á los futuros exploradores á hacer un ensayo en invierno, que le parece muy posible y

que permitiría recoger una preciosa cantidad de observaciones científicas.

Los ventisqueros de las regiones polares presentan caracteres parecidos á los de otras comarcas; sin embargo, se diferencian en sus relaciones, y para un observador superficial parece que se alejan de las leyes que hemos expuesto. M. Ch. Martins, que ha estudiado los ventisqueros del Spitzberg mientras la exploracion científica de la *Recherche* en esa isla, ha demostrado muy bien que no es así y que se trata simplemente de un caso particular del fenómeno general. Indica en primer lugar la rareza de agujas y prismas de hielo, que es necesario atribuir á la débil inclinacion y á la uniformidad de las pendientes, así como á la disminucion del calor solar, que exceptuando los largos dias del verano, no llega á derretir la superficie. Los riachuelos capaces de cavar allí grietas y de nivelar las asperezas faltan aquí. Se encuentran sin embargo las vetas trasversales producidas por el movimiento de los ventisqueros, y son muchas veces mas anchas y mas profundas.

En el escarpado terminal que entra en fusion á medida que cae en la mar, se ven algunas veces muy vastas cavernas, al lado de las que las azuladas cuevas del Arveyron y del Grindelwald, tan admiradas por los viajeros, no son sino miniaturas. « Un dia, dice M. Ch. Martins ¹, despues de haber tomado temperaturas de la mar delante del ventisquero de Bell-Sound, yo propuse á los marineros

¹ *Du Spitzberg au Sahara.*

que me acompañaban el entrar con la embarcacion en su caverna. Les expuse los azares que corríamos, no queriendo intentar nada sin su aprobacion. Ellos aceptaron unánimes. Cuando nuestra canoa hubo franqueado la entrada nos encontramos dentro de una inmensa catedral gótica : largos cilindros de hielo con punta cónica descendian de la bóveda, las anfractuosidades parecian capillas dependientes de la nave principal ; largas grietas dividian los muros, y los intervalos llenos, simulando arcos, se lanzaban hácia las cimas ; tintas azuladas marcadas en el hielo se reflejaban en el agua. Los marineros, todos bretones, estaban como yo llenos de admiracion ; pero una contemplacion demasiado prolongada podia ser peligrosa. Volvimos á ganar muy pronto la estrecha abertura por donde habiamos entrado en el templo del invierno, y vueltos á bordo de la corbeta, guardamos silencio sobre la escapada, que hubiese sido con justicia criticada. Por la tarde vimos desde la ribera á nuestra catedral de por la mañana inclinarse lentamente, despues desprenderse del ventisquero, abismarse en las olas, y reaparecer convertida en mil fragmentos de hielo que la marea que descendia arrastró á la plena mar.

El gran número de *morainas* que se observan en la mayor parte de los ventisqueros de Suiza, no se encuentran en los del Spitzberg. Las montañas poco elevadas, están por decirlo así hundidas bajo los ventisqueros en vez de dominarlos ; y no dejan asomar la cabeza fuera de la masa que los cubre sino dificilmente. Bien pocos pedazos caen por

consiguiente en la masa. M. Martins considera los ventisqueros del Spitzberg como correspondientes á la parte superior de los ventisqueros de la Suiza, es decir á la que está á mas altura de la línea de las nieves eternas. « Por eso, dice, cuanto mas se sube por un ventisquero de los Alpes, mas disminuyen en ancho y en potencia las *moraines* laterales y medianas, hasta el punto que se achican y desaparecen en fin bajo los altos *nevés* de los circos de los que el ventisquero no es sino un emisario, al mismo tiempo que los torrentes de las montañas toman muchas veces su origen en uno ó en muchos lagos escalonados los unos debajo de los otros. Por todas estas razones las *moraines* laterales y medianas son poco aparentes sobre los ventisqueros del Spitzberg: cierto número de pedazos aparecen sobre los bordes y algunas veces en el medio; pero el hielo no desaparece nunca como en los Alpes bajo la masa de pedazos que la recubren. En cuanto á las *moraines* terminales, es necesario buscarlas en el fondo del mar, puesto que el escarpado terminal la domina casi siempre; así los trozos de piedra caen con los trozos del hielo y forman una *moraine* frontal submarina cuyas dos extremidades son algunas veces visibles sobre la ribera. »

Pasaje Nordeste.

Los primeros navegantes que penetraron en el receptáculo polar ártico fueron los balleneros persiguiendo su presa de refugio en refugio, mientras ella se retiraba á su vista. Los vascos se aven-

turaron ya en el siglo XVI sobre las costas de Islandia y de Groenlandia. A principios del XVII los holandeses y los ingleses, que iban en gran número á pescar en los parajes del Spitzberg se elevaron mas allá de 80 grados de latitud. Allí perseguidas las ballenas pasaban bajo el banco, y no parecian mas á la superficie que en algunos espacios libres que se abrian acá y allá ó en medio del lecho helado. Léjos estuvieron de hallarse allí con seguridad; los pescadores aprovechaban muchas veces un viento favorable para seguir las, rompiendo el hielo con la armada proa de sus buques.

Otro interés comercial vino á ser un estímulo para llevar á los navegantes hácia los mismos mares. Este no es otro que el buscar un pasaje para pasar á la China y la India por el norte del Asia, y á cuya empresa los primeros que se lanzaron fueron los holandeses despues de haber sacudido el yugo de la España al fin del siglo XVI. No era su objeto buscar un resultado reconocido hoy mismo imposible; pero se han debido importantes descubrimientos á sus expediciones y principalmente, á aquellas que fueron guiadas por Barentz, marino de una rara habilidad y de un gran valor. En sus dos primeras campañas reconoció el mar Blanco, las costas de la Nueva-Zembla y sus estrechos. Cada vez pudo desprenderse á tiempo y volver á Holanda; mas la tercera expedicion fué mas desgraciada, si bien principió por el descubrimiento del Spitzberg.

Despues de la salida de esta isla, una fuertísima ventolera arrojó á los navegantes sobre las

costas de la Nueva-Zembla, donde entraron en una pequeña bahía, que llamaron con razon el Puerto de los Hielos, pues desde los últimos dias del mes de agosto allí quedaron bloqueados y obligados á pasar el invierno. Allí hubiesen perecido de frio á no encontrar sobre la ribera madera flotante en bastante abundancia para abastecerles de materiales para calentarse y para el armazon de una choza. La historia de sus sufrimientos, escrita por uno de ellos, atestigua su admirable firmeza en medio de los rigores de un frio excesivo, y de los renovados ataques de los osos.

El diario contiene además notables observaciones sobre la apertura de los hielos, que se hizo en pleno invierno sobre un gran número de puntos, fenómeno que tiene su causa en la detenida que sufrió durante esta estacion la corriente polar; así como en el movimiento del Gulf Stream que está en la salida y que lleva sobre las costas de la Nueva-Zembla los troncos de los árboles arrastrados á la mar por los rios de América. Desde fin de febrero los holandeses, viendo la mar libre en una vasta extension, esperaban poder partir pronto. Mas las tempestades conducian nuevos hielos, y fué imposible desencallar el buque. En el mes de junio Barentz se decidió á abandonarlo y á partir con su tripulacion en las dos principales embarcaciones.

Apenas se pusieron en ruta cuando la muerte del viejo piloto sumergió á sus compañeros en la consternacion. Sin embargo, tomaron valor y efectuaron su peligrosa vuelta. Se conocen muchos ejemplos

de viajes largos emprendidos en barcas descubiertas ; pero no es posible exista otro que se pueda comparar con este. Catorce hombres se arriesgaron á hacer un trayecto de mas de un millon y cien mil millas, expuestos al peligro de ser tragados por las altas olas de esos mares bravos, ó estrellados por el choque de hielos flotantes, ó aprisionados durante cuarenta dias con los mas extremos rigores del frio, del hambre y de la fatiga. Sin embargo, exceptuados dos hombres que murieron, y que estaban ya enfermos antes que se embarcaran, todos llegaron en buena salud al puerto ruso de Kola, donde encontraron buques holandeses que los condujeron á su patria.

Algunas tentativas mas fueron hechas al principio del siglo XVII para llegar directamente á los mares del extremo Oriente pasando por el polo. Una compañía de comerciantes ingleses confió esta mision á Hudson, que habia adquirido ya una famosa reputacion de marino. Pero no pudo ir mas alla del 80 grados de latitud al norte del Spitzberg, detenido por una barrera compacta de hielos flotantes. El capitán Poole á la cabeza de una expedicion armada por una compañía rusa con el mismo objeto, no pudo pasar del 80° prolongando al oeste la barrera de hielo que se apoya sobre el Spitzberg. Otros dos marineros experimentados, Baffin y Fotherby no fueron mas afortunados. Entónces siglo y medio despues Phipps, oficial de la marina real inglesa, principi6 esta exploracion con dos buques, que contenian á su bordo varios sabios, llegó á 80° 48 y descubrió á esta latitud la isla que lleva su nombre. Mas allá reconoció la imposibilidad

de continuar su navegacion ; de la cima de una alta montaña la vista abrazaba al este y al nordeste un espacio de treinta á cuarenta millas de hielo que se extendia hasta el horizonte.

Viaje por el banco de hielos.

El pasage de la relacion de Phipps donde habla del aspecto de esta vasta llanura helada, inspiró en 1827 á Eduardo Parry, que se habia ya dado á conocer en cuatro viajes de descubrimientos en la América boreal, la atrevida idea de llegar al polo caminando sobre el hielo, con trineos cargados de embarcaciones que se arrojarian al agua al encontrarse la mar libre. La expedicion salió mal ; pero Parry cuando se paró, habia llegado hasta el 83° grado de latitud, punto que no ha sido aun traspasado por ningun explorador. Rara vez han caminado tan juntos el valor y la energía desplegados por este oficial y sus compañeros en medio de circunstancias las mas dificiles que se pueden hallar en las regiones polares.

La corbeta *Hecla*, que él mandaba, partió al fin de marzo de Lóndres ; llevaba dos chalupas construidas con un gran cuidado, pudiendo contener cada una catorce hombres, para servir al trayecto sobre el banco. Un tiempo muy largo se perdió á causa de un aprisionamiento en los hielos, y la embarcacion no llegó hasta el 20 de junio á un puerto del Spitzberg, en donde la dejó á cargo del segundo suyo Forster. Partió acompañado de John Ross, quien adquirió despues un gran renombre en los

mares árticos, del doctor Beverley y del lugarteniente Crozier, muerto algunos años despues en la desgraciada expedicion de Franklin. Despues de haber atravesado un espacio muy encumbrado de hielos flotantes, las embarcaciones llegaron á las últimas tierras conocidas, las islas de Walden y de la *Petite-Table*. Allí las provisiones se cargaron sobre los trineos, guarnecidos con sus largos patines de madera, de que se servian los lapones para correr sobre la nieve, y el 24 á las diez de la noche la expedicion se puso en marcha sobre el banco, arrastrando las chalupas.

Parry echó de ver entónces un grande error: no tenia delante de sí la superficie unida apercebida por Phipps. Los bancos de hielo estaban poco extendidos, accidentados y erizados de puntas como los ventisqueros mas agrietados. Además estaban frecuentemente interrumpidos por espacios de agua que era necesario atravesar, despues de haber botado las canoas. Entónces es cuando se paró al dia siguiente, á las cinco despues de una marcha de siete horas, en que se vió que apenas habia caminado una legua.

El siguiente extracto da algunos detalles interesantes sobre esta empresa extraordinaria: « Yo habia formado de antemano, dice Parry, el proyecto de invertir el órden natural y caminar de noche descansando de dia. No teniamos por qué temer la oscuridad de esa parte del dia que nosotros llamamos noche, porque el sol no se oculta durante el verano. En seguida pensé, que estando entónces este astro cerca del horizonte y esparciendo ménos

luz, estaríamos menos incomodados por el reflejo intolerable de las nieves polares, mucho mas resplandecientes que las de los climas templados. Este arreglo reservaba á nuestros altos las horas mas calurosas del dia, lo que debia darnos una poca mas facilidad para secar nuestros vestidos muchas veces penetrados por la fria humedad de esas tristes regiones, ó salpicados por las frecuentes lluvias, que nos incomodaban mucho. Además á las horas mas frias la nieve se halla mas firme y soporta mejor los piés de los trineos. Cuando se aproximaba la tarde nuestros aprestos de marcha comenzaban por la oracion hecha en comun. Almorzábamos y nos poníamos nuestros trajes de viaje. Despues de un trabajo de cinco horas, empleábamos una hora entre comer y descansar; á esto seguia una pequeña marcha que se prolongaba muchas veces durante seis horas. En seguida se tomaban las disposiciones para abrigar á todos en las chalupas: se cenaba y se consagraba algun tiempo á la diversion. Mientras algunos hombres contaban sus alegres relaciones, cada cual secaba sus vestidos; se ponian centinelas para estar al aviso contra el choque de los hielos y el ataque de los osos, y despues se hacia la oracion de la tarde. Un sueño de siete horas nos bastaba; despues que llegaba la hora de despertarse, el sonido del cuerno anunciaba el ayuno y la marcha. »

En la mañana del 26 una lluvia abundante paró el viaje y la superficie del banco se mostró cubierta de charcos que aumentaron muchisimo las dificultades de la marcha. En esta circunstancia

el hielo presentaba un singular fenómeno. Estaba cubierto de grandes cristales que tenían al rededor de 2 décímetros de largo por 2 centímetros de ancho; en los sitios en que estaban unidos los unos con los otros, formaban una especie de embaldosado natural. Segun M. Ch. Martins, que los ha observado en Spitzberg, estos cristales son particulares de las regiones árticas: no son muy regulares y recuerdan mucho las formas prismáticas, resultado de la contraccion por el enfriamiento que se observa en el basalto ¹ ó aquellas que presenta el barro cuando se agrieta al secarse.

El cálculo hecho por Parry, cuando apareció el sol cuatro dias mas tarde, indicó solamente un avance de 14 kilómetros. Una espesa nieve caía y muchos montecillos no pudieron franquearse sin abrir un camino con las hachas. « Nosotros íbamos siempre delante, dice Parry, el lugarteniente Ross y yo. Llegados á la extremidad de un campo de hielo en un sitio difícil, subimos sobre una eminencia elevada de 5 á 8 metros, para dominar los alrededores. Ninguna expresion puede dar una idea de la tristeza del espectáculo que se ofreció á nuestra vista: nada mas que hielo y cielo, y aun la vista del cielo nos estaba algunas veces cerrada por la espesa niebla. Lo mismo un pedazo de hielo de una forma extraña que un pájaro que pasaba, tenían la importancia de un suceso; pero cuando apercibimos de léjos las dos pequeñas chalupas, y nuestra gente rodeando un montecillo con los tri-

¹ Especie de mármol negro parecido al hierro.

neos que arrastraban tras ellos, esta vista nos alegraba; y desde que su voz llegó á nuestros oídos, nos pareció que aquellas mudas soledades habian perdido algo de su horror. Cuando los hombres se nos habian unido volvimos con ellos hácia las chalupas á fin de ayudarles á hacerlas andar. Los oficiales se unieron con los marineros. Esto es, pues, lo que nosotros hacíamos nueve ó diez veces, y lo mismo que al principio estábamos obligados á hacer tres viajes para trasportar todo nuestro material, es decir, andar cinco ó seis veces el mismo camino. El 2 de julio el termómetro marcaba $1^{\circ} 7'$ á la sombra y $8^{\circ} 3'$ al sol, á pesar de una espesa niebla. Pero nosotros estábamos tan sofocados por la refraccion de la luz, que tuvimos necesidad de pararnos. Bajo la influencia del calor la nieve se habia reblandecido, y debimos tirar todos de una embarcacion para ponerla en movimiento. La nieve fundida habia dado nacimiento á grandes balsas pero sin profundidad, á través de las cuales era necesario arrastrar las chalupas con agua hasta la rodilla. No avanzamos mas de cien metros en una hora... »

A estas grandes dificultades se añadía un mal tiempo casi continuo. Una lluvia fuerte duró veinte horas sin interrupcion. El 13 de julio se encontraban á la latitud de $82^{\circ} 17'$ y el dia siguiente despues de un trabajo de once horas, no se ganaron mas que tres millas. Viendo siempre en el norte las mismas masas de hielos rotas, Parry comenzó á temer no arribar al banco unido nunca, con lo que habia contado para salir adelante en su propósito. El 20 de julio reconoció que á una marcha hácia el norte de

22 kilómetros, correspondía un cambio de latitud de 9 kilómetros tan solo; pero ocultó aun esta desesperante situación á la tripulación é hizo continuar la ruta. El 24, habiendo tenido un resultado análogo, debió convencerse. Con los mayores esfuerzos no se adelantó mas que la diferencia entre dos velocidades opuestas; los hielos formaban masa hácia el sur; la vuelta quedó decidida. La brava tripulación tuvo un día de descanso, y los oficiales aprovecharon el buen tiempo en hacer una série de interesantes observaciones. El pabellon nacional ondeó hasta la tarde y se puso en marcha á las cuatro. El 10 de agosto los exploradores se encontraban por $81^{\circ} 40'$ en medio de una mar mas libre, donde le trayecto pudo hacerse al remo, y ellos se reunieron al *Hécla* el 21.

Seis años despues de esta expedicion de Parry, el brick *la Lilloise*, mandado por uno de nuestros mejores oficiales, el teniente de navío J de Blossenville, fué enviado á los mismos sitios; pero apenas llegado desapareció en medio de los hielos. Las últimas noticias se tuvieron por una carta del capitán en el momento de dejar las costas orientales del Groenlandia que acababa de reconocer en una gran extension. El objeto principal de la campaña de la corbeta *la Recherche* fué descubrir algunos restos de nuestros desgraciados compatriotas. Bien que haya fracasado esta mision, ha hecho un señalado viaje á causa de los numerosos é importantes trabajos ejecutados por la comision científica que llevaba á su bordo.

Pasaje noroeste.

La ruta hácia el Océano Pacífico por el norte del continente americano ha sido por espacio de tres siglos el objeto de las mas perseverantes investigaciones. Por fin ha sido descubierta en nuestros dias; pero el resultado no ha correspondido á los decididos esfuerzos de los navegantes que se proponian abrir un nuevo camino á las relaciones comerciales de Europa con el Asia oriental. Solo atravesando un campo de hielos muy compactos, el capitán MacClure, despues de haber abandonado su buque, *el Investigator*, sujeto bajo una masa de hielos flotantes de la costa del estrecho de Behring, pudo afortunadamente reunirse con un barco entrado por la bahía de Baffin, en el archipiélago del norte de América. Es necesario reconocer que el pasaje del noroeste, objeto de las valerosas tentativas de tan ilustres capitanes será siempre impracticable para la navegacion. Pero la exploracion de esta parte de las regiones árticas ha prestado materia á obras de un poderoso interés, no solamente por la exposicion de lo que las ciencias han adquirido allí en observaciones fecundas, sino mas aun por el ejemplo de una elevacion moral, única que podia reducir al hombre á luchar en sus frágiles buques contra tantos obstáculos y peligros.

El episodio principal de esta conmovedora historia es la larga investigacion de Franklin y de sus compañeros. Todas las naciones marítimas han

tomado parte en esta noble cruzada, que por los nobles estímulos que suscitó, se cuenta entre los hechos los mas gloriosos de nuestro siglo. La Francia estuvo allí representada por el lugarteniente Bellot, jóven oficial de un carácter heróico, unido á eminentes cualidades de marino. Pereció en su segunda campaña en uno de los buques tripulados por lady Franklin al ejecutar una mision peligrosa en medio de los hielos quebrados y agitados por la tempestad. El interesante diario que él ha dejado quedará como una de las mejores iniciaciones en la difícil navegacion de los hielos, y este libro es al mismo tiempo un poderoso estímulo al bien. « La humanidad, el amor de la patria y de la familia, la piedad, el sentimiento del deber, el valor el mas firme y reflexivo, el desinterés mas absoluto, resaltan allí en una multitud de rasgos inocentes y modestos, mas propios que los actos mas notables para conmover el alma y para quedar como modelos en el corazon ¹. »

Hielos de la bahía de Baffin.

Bellot describe de la siguiente manera en su diario ², los hielos que se encuentran poco tiempo despues de haber pasado el cabo Farewell á la extremidad sur de la Groenlandia : « Una mirada sobre el mapa manifiesta que la bahía de Baffin estrechándose al descender al sur, los hielos, puestos en movi-

¹ Juan Reynaud.

² *Journal d'un voyage aux mers polaires*. Paris, 1854.



Montaña de hielo (polo Norte).

miento en lo alto de la bahía por las brisas del norte, tienden á acumularse en esta garganta y tienden á cerrar el estrecho de Davis, aun cuando la cima esté suelta. Solo á beneficio de una série de vaivenes los hielos llegan al fin á pasar esa barra y vienen al cabo á disolverse en el océano Atlántico.

» Este movimiento de los hielos, necesario á la navegacion, constituye precisamente el peligro, pues uno se encuentra situado entre los hielos que vienen del lado donde sopla la brisa y la costa, donde existen los hielos sólidos que no están aun desprendidos : es inútil insistir sobre la poderosísima fuerza que poseen unas masas, muchas veces de una extension de muchas leguas cuadradas, y que una vez en movimiento, no es posible que sean paradas por ninguna fuerza humana. Un barco de vela se halla situado en condiciones tanto mas desfavorables, cuanto que los vientos deben precisamente soplar de la direccion á donde se desea ir para entreabrir los hielos. Entónces si la brisa es fuerte, no se remonta sino difícilmente y con peligro en medio de los pedazos de hielo que forman tantas rocas movibles; si hace calma, los movimientos de marcha adelante se reducen á un caminar muy lento ó al remolque de las embarcaciones. La aplicacion de la fuerza á hélice á los buques de vapor, da sobre todo á estos una gran superioridad, que no tenian los de ruedas, expuestos á todos los choques de los trozos de hielo.

» En las revueltas que causan las tempestades, que están muy léjos de ser tan raras como se su-

pone generalmente, mas allá del círculo ártico, la forma de los hielos es muy irregular : así sucede muchas veces que á distancia de algunos centenares de metros delante de sí, se ve un manto de agua mas ó menos extendido, que no está separado sino por una lengua estrecha de hielo. Buscamos entonces la manera de practicar una abertura, bien sea dirigiendo el buque á toda la velocidad posible sobre la parte ménos ancha, sea con sierras de unos veinte piés de largo, que se manejan con una cuerda y una polea puesta á la punta de un triángulo formado por largas varas, sea en fin poniendo en obra la mina. Cuando los hielos no son muy compactos se hace entrar el buque en esta abertura sobre cuyos costados obra como una cuña. Muchas veces acontece durante esta operacion, que los hielos movidos por las corrientes ó la brisa se aproximan despues de haberse pérfidamente separado un instante, y el buque se halla sujeto á una peligrosa presion. ¡ Desgraciado del que no sabe preveer, ú observar suficientemente las señales precursoras de este accidente, casi siempre acompañado de consecuencias fatales! El hielo, al que nada detiene, al pasar por bajo del buque, lo vuelca, ó le atraviesa si se resiste. He visto planos de hielo levantarse por decirlo así á lo largo de los flancos del buque y caer sobre el puente á pedazos, en términos que toda la tripulacion fué á refugiarse al otro costado, temiendo irse á pique bajo su enorme peso. »

Se encuentran tambien en la bahía de Baffin grandes islas de hielo que provienen de los ventisqueros de las tierras del norte, en particular del

vasto ventisquero de Humboldt que se vé sobre el flanco de los Alpes de Groenlandia, elevándose por el estrecho de Smith, un poco mas allá de 79° de latitud. Los navegantes han quedado sorprendidos al ver algunas de esas grandes masas dirigirse en sentido contrario del movimiento de los hielos marinos que bajan con la corriente polar hácia el Atlántico. Remontan con tal velocidad que rompen trozos del hielo fijo que está aun en la ribera. Entre las observaciones citadas con este objeto por el comandante Maury, se encuentra esta de uno de los capitanes enviados á las exploraciones de Franklin, que andaba penosamente por medio de cables contra la corriente, cuando una montaña enorme llegando del sur se dirigió hácia su buque y le pasó con bastante rapidéz despues de haberle seguido muy de cerca. No se puede explicar ese hecho sino por la existencia de una contra-corriente submarina empujando sobre la estremidad inferior de la parte sumergida del trozo, que, como se sabe, es cerca de siete veces mas grande que la parte visible.

Los pescadores de ballenas en su navegacion, se amparan alguna vez á estas montañas de hielo. Se meten al abrigo detras de ellas en medio de las ventoleras, que no imprimen á las grandes islas sino débiles movimientos, mientras que los pedazos van rápidamente arrastrados sobre la superficie de las aguas. Semejante abrigo puede tambien ser útil en ciertas operaciones de pesca, que requieren alguna calma. Pero estos refugios no están exentos de peligro. Alguna vez la masa se funde por la base, concluye por tener la cima mas pesada

que el pié y zozobra al instante. Un buque que se encontrase bastante cerca podria entónces ser estrellado ó roto por la parte que se levanta. En otras ocasiones arrastrando la corriente al hielo hácia un bajo su, pié allí se sujeta y vuelca en el momento. La aproximacion de estos trozos es sobre todo peligrosa cuando á causa de las variaciones de temperatura, se producen cambios internos, que los sujetan á romperse con estrépito. Al menor choque los pedazos vuelan por todos lados en medio de fuertes detonaciones y pueden causar grandes averías. Buques que se hallaban á 100 metros de la montaña de hielo á la que estaban amarrados, han experimentado alguna vez accidentes por efecto de estas súbitas explosiones. Los navegantes se ven muchas veces obligados á acercarse á los hielos cuando quieren renovar su provision de agua dulce. Se cortan entónces á hachazos fragmentos que se hacen fundir á bordo, ó si el sol ha producido balsas de agua en la cima de los trozos se aprovecha para llenar las barricas.

La mar abierta. — Transporte de hielos por las corrientes.

Bajo muy altas latitudes, ó mas allá de los tristes desiertos de hielo, los exploradores árticos han visto aparecer sobre diversos puntos, espacios de mar enteramente libres. Habian dejado sus buques clavados y sepultados en las nieves, y avanzando hácia el norte creyeron encontrar un clima mas aproximado al ecuador de 15 á 20 grados de latitud. La

vida renacia en las verdosas olas como á orillas del estanque que los contenia. Pájaros innumerables volaban por el aire : los anfibios marinos se hallaban en la ribera ó sobre algunos hielos flotantes. Se encontraban señales de vegetacion, lo mismo que flores nacidas en las fragosidades donde se habia reunido un poco la tierra. En mayo de 1850 el capitán Penny vió una mar parecida á la extremidad del estrecho de Wellington, y subiendo á una eminencia vió á vista perdida en el cielo el reflejo de las aguas. Despues de un aprisionamiento de dos años en los hielos en el puerto de Renselaer por $78^{\circ} 40'$ de latitud, donde se vió obligado á abandonar su buque, el capitán americano Kane descubrió tambien la mar libre que es objeto hoy de nuevas pesquisas. Habia enviado á su contra maestre, Morton, á practicar un reconocimiento en trineo al norte del canal de Smith. Mientras que este hubo recorrido 30 leguas, vió en un momento abrirse un canal en medio del hielo sobre el que caminaba. La superficie libre aumentó sucesivamente, y en fin una vasta sábana de agua agitada por las olas se extendia delante de él hasta el horizonte, cuando hubo subido la última ribera escarpada, el cabo Constitucion, situado por $81^{\circ} 20'$ de latitud. En la parte asiática del receptáculo polar la mar abierta ha sido tambien encontrada por oficiales rusos que han explorado esa region.

Los espacios libres no ocupan siempre una misma region. Así, por ejemplo, el pasaje descubierto por el capitán Penny estaba cerrado cuando él volvió un mes despues con una canoa, con la que contaba

dirigirse hácia el polo. Puede ser tambien posible que ciertas aberturas se mantengan de una manera permanente, y la existencia de una mar enteramente desposeida de hielos en el polo, está admitida por cierto número de sabios. Esta opinion puede apoyarse en la teoría expuesta por el eminente géometra italiano Plana, en una memoria relativa al enfriamiento de los cuerpos celestes, donde establece que la calor media del año debe ser notablemente mas elevada en el polo que en el círculo polar.

El comandante Maury, señala aun otra causa para la existencia de una mar abierta al norte de Groenlandia; supone que la elevacion de temperatura que la mantiene libre de hielo es debida á la corriente submarina observada en la bahía de Baffin y que se dirige hácia el polo. Esta corriente viniendo del sur es mucho menos fria que las aguas que atraviesa, y se comprende que al subir á la superficie, pueda crear en el polo un clima ménos riguroso que el de las regiones que le rodean. Tambien diremos que el frio medio máximo del año no corresponde al polo astronómico, y sí á dos puntos situados el uno en la Siberia oriental, el otro en el centro del archipiélago de la América del Norte.

El cambio de los bancos por las corrientes que escalonan el receptáculo polar, puede igualmente dar cuenta de la existencia periódica de grandes aberturas en los hielos árticos. La mas potente de estas corrientes es el Gulf-Stream, que lleva al norte las aguas cuando el calor sube á las regiones ecuatoriales, y cuya influencia se hace sentir hasta en

el Spitzberg y en el mar Blanco. Corrientes frías bajan del polo á lo largo de las costas occidentales y orientales de Groenlandia. En el estrecho de Behring se observa una corriente de superficie dirigida de sur á norte, mientras que las aguas del receptáculo polar corren hácia el océano Pacífico por una contracorriente submarina. Por otro lado, los grandes rios del Asia y de América que se descargan en este receptáculo, engendran también necesariamente considerables movimientos.

Hemos visto á las corrientes trasportar rápidamente el banco de Parry hácia el sur. El buque inglés *Resolute* recorrió un espacio de mil millas sobre un campo de hielo de 300,000 millas cuadradas, en medio del cual le hubiese sido imposible desprenderse. El capitán Kellett lo había abandonado en la isla Melville muchos años antes, hasta que fué hallado en la bahía de Baffin por balleneros. En el estrecho de Davis, el lugarteniente Haven, que mandaba el brick americano *Advance*, enviado en busca de Franklin, estuvo detenido durante nueve meses en semejante posición y se desvió igualmente 1,000 millas hácia el sur.

El comandante Jansen, sabio oficial de la marina holandesa, al estudiar la circulación del océano Ártico en sus relaciones con el movimiento de hielos sobre una bastante grande extensión al rededor del Spitzberg y de la Nueva-Zembla, ha enseñado de qué manera interviene en las roturas y los estanques de los bancos polares, que se funden principalmente en la primavera y alguna vez también en medio del invierno, la acción combinada de

las corrientes y de las mareas. Según él, los vacíos que dejan los campos de hielo cuando son arrastrados hacia el sur, pueden haber sido tomados por las mares abiertas señaladas en las altas latitudes.

Expedición al polo Norte.

En estos últimos años, sabios y navegantes, apoyándose en los descubrimientos ya hechos, han elaborado diferentes proyectos de expedición ártica. La geografía, la física del globo, las ciencias naturales, así como la industria de grandes pescas, están vivamente interesadas en ponerlos en ejecución, y esperamos que los gobiernos de las principales naciones marítimas confiarán pronto nuevos medios de exploración á los oficiales experimentados que piden volver á una región ilustrada ya por tantas gloriosas empresas, para acabar la conquista poniendo en el mismo polo una bandera victoriosa.

El antiguo lugarteniente de Kane, el doctor Hayes, hizo en 1860 y 1861 una tentativa con este fin, basando su plan de operación en el descubrimiento de la mar libre, hecho por Morton al norte del estrecho de Smith. Esperaba poder invernar en la tierra de Grinnell, muy cerca del paralelo de 80°, y dirigirse de allí en la primavera hacia esa mar desconocida, haciendo franquear los hielos del canal á una embarcación montada sobre ruedas. Los gastos de la expedición se habían cubierto por una suscripción pública abierta en Nueva York. Desgraciadamente Hayes tropezó durante su viaje con un

gran número de lances desfavorables. Su buque se retardó por las ventoleras, y fué averiado fuertemente por las montañas de hielo. No pudo ni aun llegar á Renselaer, habiéndose declarado una enfermedad entre los perros que habian adquirido los esquimales, y su número disminuyó de tal modo que fué necesario renunciar á la operacion proyectada para la cual eran indispensables.

A principios de 1865, el capitán Sherard Osborn sometió á la sociedad geográfica de Lóndres un proyecto análogo al precedente; pero que parecia mejor apropiado á la naturaleza del pais que se debia recorrer. Este oficial, que al tomar parte en la investigacion de Franklin ha hecho 2,800 kilómetros en trineo en las tierras árticas, propone este mismo medio, porque él no cree que el hielo esté abierto de una manera permanente mas allá del cabo Constitucion. Hay numerosos ejemplos de largos viajes llevados á cabo en trineos. En la expedicion en que Mac-Clintock encontró los rastros de Franklin, hizo de un solo trecho 2,463 kilómetros en ciento cinco dias, y cree que un trayecto de 2,800 kilómetros, no sobrepuja las fuerzas de hombres enérgicos y resueltos. Así, para ir á las últimas tierras conocidas en el polo y volver no hay mas que 1,692 kilómetros. El proyecto reclama dos buques de hélice con ciento veinte hombres, comprendidos los oficiales. Llegarian en agosto al estrecho; un buque quedaria en el cabo Isabel, por 78° de latitud, con veinte y cinco hombres solamente de tripulacion; el otro con noventa y cinco hombres á bordo, se avanzaria al rededor de 300 millas al norte.

Después de haber establecido depósitos de provisiones lo más lejós posible durante el otoño, los exploradores tendrían dos años delante de ellos para hacer las expediciones en trineos en las épocas más favorables.

El proyecto iniciado por un célebre geógrafo alemán, el señor doctor Petermann, en un Congreso de sabios y de marinos reunidos en Francfort en 1865, y presentado más tarde á la sociedad geográfica de Lóndres, marca el punto de partida cerca de las costas orientales del Spitzberg y propone también el empleo de dos buques de vapor. Este sabio se funda en la experiencia de muchos navegantes que en vez de hallar como Barentz y Hudson, un banco compacto en la región que se extiende al norte de la isla, han penetrado en una mar libre de hielos. Tradiciones largo tiempo conservadas entre los balleneros holandeses, atribuyen á cierto número de estos atrevidos marinos expediciones muy afortunadas bajo este concepto. Su lugar de pesca habitual está situado cerca del 80° paralelo, y allí encuentran pocos hielos; uno de ellos William de Vlamingh, llegado á la latitud de 82° 10', no encontró allí más que algunos pedazos grandes de hielo. Cornelio Roule pretende haberse elevado hasta 85° sobre el meridiano de la Nueva-Zembla y haber visitado en estos sitios islas pobladas de numerosos pájaros; añade en su relación, que habiendo subido á la cima de una colina, la mar que percibía, parecía permitir aun una navegación de tres días. Es verdad que no podrá concederse una entera confianza á estos antiguos do-

cumentos; pero se puede confiar en las observaciones de un ballenero de nuestro siglo, William Scoresby, que por sus importantes investigaciones de naturalista ha merecido ser llamado el *Saussure* de las regiones polares. En 1806, encontrándose este navegante, el 24 de mayo, al norte del Spitzberg, por 81° 30', vió allí la mar completamente libre en una extension de 30 millas, y presumía que á la distancia á lo ménos de 100 millas no se debía encontrar tierra alguna. « Si nuestro viaje, añade, hubiese sido un viaje de descubrimientos, hubiéramos podido avanzando hácia el norte, añadir ciertamente alguna cosa á los conocimientos geográficos adquiridos sobre las regiones árticas; mas la pesca es nuestro único objeto, y la tripulacion al verse en medio de esas regiones desoladas y desconocidas se muestra impresionada de pena y da señales de cobardía. »

En el caso en que los buques de la expedicion no encontrasen las circunstancias tan favorables que estas indicaciones parecen hacer esperar, M. Petermann piensa que podrian hacer una tentativa parecida á la que llevó muy bien á cabo el capitán James Ross en las regiones australes, es decir, tratar de forzar el banco en un punto bien escogido. El invernar en Spitzberg, que es posible á pesar del rigor del clima, facilitaria la expedicion, y se tendria cuidado de situar de antemano en esta isla un depósito de carbon de piedra.

En el seno de la Sociedad geográfica de Lóndres, los dos proyectos han sido objeto de una interesante discusion, en la cual han tomado parte todos

los oficiales de la marina inglesa designados con el nombre de oficiales árticos. Cada cual ha basado sus opiniones en la experiencia personal adquirida en los viajes de descubrimientos, y allí se han manifestado grandes divergencias y los votos se han dividido casi por igual entre los dos planes propuestos. Muchos miembros han emitido el voto de que ambas tentativas sean hechas á la vez por la vía de Spitzberg una, y otra por el estrecho de Smith.

Lady Jane Franklin, la viuda del ilustre almirante, ha dado un tangible testimonio de simpatía por la nueva exploracion polar en una carta dirigida al presidente de la Sociedad de geografía. Reivindicando para la Inglaterra la parte de gloria que aun puede recoger en una region donde sus marineros han acometido tantos peligros y fatigas dice : « Tengo siempre el mismo interés por todo lo que concierne á las empresas árticas. Despues del triste recuerdo del pasado sentí desfallecer mi corazon ; pero me he rehecho contra ese sentimiento y he triunfado. Seria ciertamente deplorable ver una poderosa objeccion á toda exploracion ártica en lo futuro en la suerte de mi querido esposo y de sus compañeros. Ellos encontraron el desgraciado fin que acaece muchas veces á los peones de empresas peligrosas ; pero su triste destino es único. Cada nueva expedicion parte con mejores buques, mejor equipados y con mayores conocimientos. Las mares polares no ofrecen mas catástrofes que las otras mares, y en la expedicion proyectada es inútil temer un desastre parecido al de Franklin. »

El proyecto de M. Petermann ha apasionado sobre

todo los espíritus de Alemania: una suscripcion pública abierta para su realizacion ha producido una suma considerable. La Academia de ciencias de Berlin, sobre la invitacion del gobierno prusiano que soportará una parte de los gastos de la expedicion, ha formulado el programa de las cuestiones científicas que deberá tratar de resolver.

Aunque desde las dos últimas tierras conocidas en el norte del estrecho de Behring, las islas Herald y Plover, falta para llegar al polo cerca del doble de la distancia que separa el Spitzberg de este punto, esta vía de exploracion ha sido propuesta en Rusia por un oficial de marina, M. de Schilling, y en Francia por un ingeniero hidrógrafo, M. Gustave Lambert, patrocinado por la Sociedad de geografía. El proyecto de este último está fundado en la existencia de una mar abierta al rededor del polo, en la que se penetraria despues de un corto trayecto por el banco, escogiendo en seguida el punto de ataque á la longitud de 180°. Precisamente en estos parajes es donde Wrangel y d'Anjou percibieron en sus viajes de 1820 y 1823, la vasta extension de aguas libres cuyo misterio escitó su imaginacion, y que designaron con el nombre de Polinia ¹.

¹ Un excelente trabajo sobre las expediciones al polo Norte ha sido publicado en la *Revue des Deux Mondes* (15 enero 1866) por M. Ch. Martins. Lo recomendamos á nuestros lectores, que encontrarán tambien informes mas completos al objeto en nuestra *Histoire de la navigation*. (Hetzel, 1867.)

CONCLUSION.

Cambio de temperaturas. — Leyes generales. — El Mamuth ¹. — Ventisquero fósil. — Variacion de los climas.

Cambio de temperaturas. — Leyes generales.

Ya hemos demostrado la utilidad de los ventisqueros bajo el punto de vista de la circulacion general de las aguas y del riego de los llanos que fertilizan en la estacion mas favorable al cultivo. Sábese que los rios sometidos al régimen de los ventisqueros tienen sus crecidas durante el verano y sus aguas bajas en invierno. Es evidente que cuanto mas ardiente sea un verano, mayor será la sequía, y por consiguiente tambien el deshielo de las nieves acumuladas en las cúspides engruesa mas los rios y aumenta la abundancia de los manantiales. La naturaleza procede siempre por leyes grandes á la vez que sencillas. Los ventisqueros envian al Océano los grandes rios y las inmensas masas de hielo flotante que contribuyen á mantener la constancia de su nivel. La distribucion geográfica de estos pode-

¹ Dase este nombre á los elefantes fósiles de la Siberia, igualmente que el de elefantes primordiales.

rosos receptáculos depende, como hemos visto, de deferentes causas, tales como la orientacion de las cordilleras, su elevacion, la escarpadura de sus vertientes, su situacion á orillas del mar ó en el interior de los continentes. La temperatura, la direccion de los vientos reinantes y sus grados de sequía ó humedad, están tambien en estrecha relacion con la posicion y extension de esas cordilleras. Pero, desde las altas cúspides de la Suiza y de las Cordilleras, hasta las regiones polares, que pueden considerarse como inmensos ventisqueros, la accion bienhechora de receptáculos de nieve y de hielo en el período actual es visible por do quiera, lo mismo que aparece evidentemente en las antiguas épocas donde el prodigioso desarrollo preparaba un vasto campo de actividad á las sociedades humanas.

Las siguientes consideraciones, debidas á uno de los sabios colaboradores del comandante Maury, el doctor Buist, indican algunas de las relaciones cuya belleza y utilidad llaman nuestra atencion, siempre que nos entregamos á una contemplacion de las maravillas de la naturaleza.

« Desarrollando el sol constantemente en las regiones ecuatoriales una cantidad de calor considerable, de que se ven privadas las regiones polares, á consecuencia de su exposicion, es preciso para hacer habitables todas estas regiones á seres de la misma naturaleza, que se verifique entre unas y otras cambios continuos de calor y frio. Esto es lo que efectivamente sucede, y lo que vemos verificarse de un modo verdaderamente admirable y sencillo á la vez: en la proximidad del ecuador, el aire calen-

tado se dilata y se levanta dejando cerca de la tierra un vacío relativo que viene á llenar el aire que rodea, y de esto resultan en la superficie de nuestro globo dos corrientes aéreas, dirigidas desde los polos al ecuador, mientras que en las regiones superiores se extiende el aire dilatado, por efecto de su dilatacion, hácia los polos donde se enfria y vuelve á caer, con lo cual existe un juego de inmensos torbellinos cuyo efecto es sustraer á las zonas tórridas un exceso de calor que calienta las zonas heladas, al mismo tiempo que de estas últimas viene el aire frio destinado á refrescar las regiones tropicales.

» Las mismas leyes de movimiento determinarían un sistema análogo de circulacion en la masa líquida del inmenso Océano, si otras influencias no se hallasen en juego y si las diferentes corrientes no viniesen á interponer su barrera. Hallamos, sin embargo, corrientes dirigiéndose constantemente desde las zonas heladas hácia las tórridas, á fin de reemplazar la enorme cantidad de agua arrancada á estas últimas por la evaporacion, mientras que al mismo tiempo otras corrientes, como, por ejemplo, la del Gulf-Stream, vienen igualmente á tomar parte en este vasto cambio de temperatura. Este poderoso rio oceánico, de una temperatura muchísimo mas elevada que la de las aguas que le rodean al norte de los trópicos, calienta todas las tierras que toca, permitiendo así á los lapones cultivar sus campos de cebada bajo latitudes que sin este influjo se verian condenadas á una perpétua esterilidad.

» Hay otras leyes que rigen en el mar bajo el punto de vista del cambio de temperaturas : así sá-

bese que el agua llega á su máximum de densidad á 4° sobre cero, y á esta propiedad deben los mares polares el no hallarse convertidos en una masa de hielo sólido é inaccesible á los buques. Con efecto, esta agua á 4° tiende á bajar á causa de su densidad, sin dejar por eso de conservar su temperatura, y va á minar por la base los montruosos ventisqueros de los polos, los cuales, desarraigados así, son arrastrados por las corrientes que llevan de los polos al ecuador el agua destinada á llenar las evaporaciones de las zonas tórridas. Se concebira qué enorme cantidad de frio se dirige así hácia el ecuador con esas masas flotantes, que algunas veces llegan á cubrir 6 millas cuadradas de superficie.

» Todas estas grandes leyes físicas, por admirables que nos parezcan, no son por tanto sino una débil muestra de los procedimientos de que se vale la naturaleza para lograr sus bienhechores fines. Así, esas variaciones de clima que vemos escalonadas en la superficie de la tierra, entre los polos y el ecuador, hallámoslas igualmente alzándonos verticalmente sobre esa superficie. Las nieves perpétuas, por ejemplo, que cubren el suelo en la proximidad de los polos, se encuentran fuera de allí en elevaciones que varían entre 1 y 696 metros, y que están en la zona tórrida á dos tercios próximamente de la altura de ciertas montañas. En América, desde el ecuador al trópico sur, y probablemente tambien en Africa entre los mismos paralelos, hay altas cordilleras montañosas, de crestas coronadas de esas nieves perpétuas, que corren norte y sur, y se hallan enteramente sobre el paso de los vientos alisios. Una cor-

dillera semejante, aunque de menores dimensiones, atraviesa la península del Indostan y se eleva al aproximarse del ecuador, de modo que alcanza una altura de 2,500 metros en Dodabetta, y de mas de 1,800 metros en Ceilan. En sentido inverso, es decir del este al oeste, tenemos en Europa los Alpes, y en Asia las gigantescas montañas del Himalaya, ambas bastante léjos hácia el sur en la zona templada y colocadas en el trayecto de las corrientes aéreas. Por último, otras cordilleras menos importantes, en direccion de los paralelos ó del meridiano, ó en una direccion intermedia, tienen corrientes atmosféricas por todas partes del camino, que renuevan en cierto modo la provision de frio de esas masas en movimiento, recibiendo en cambio el calor que las falta ¹. »

Tales son los maravillosos resultados producidos separadamente por el Océano y por la atmósfera, resultados mas admirables aun cuando estos dos agentes concurren juntos al cambio de las temperaturas. Pero no podriamos, sin extralimitarnos, multiplicar mas los ejemplos de la armonía de las leyes generales que reinan en la superficie del globo, manteniendo en él el movimiento y la vida.

Los mamuthes. — Ventisqueros fosiles.

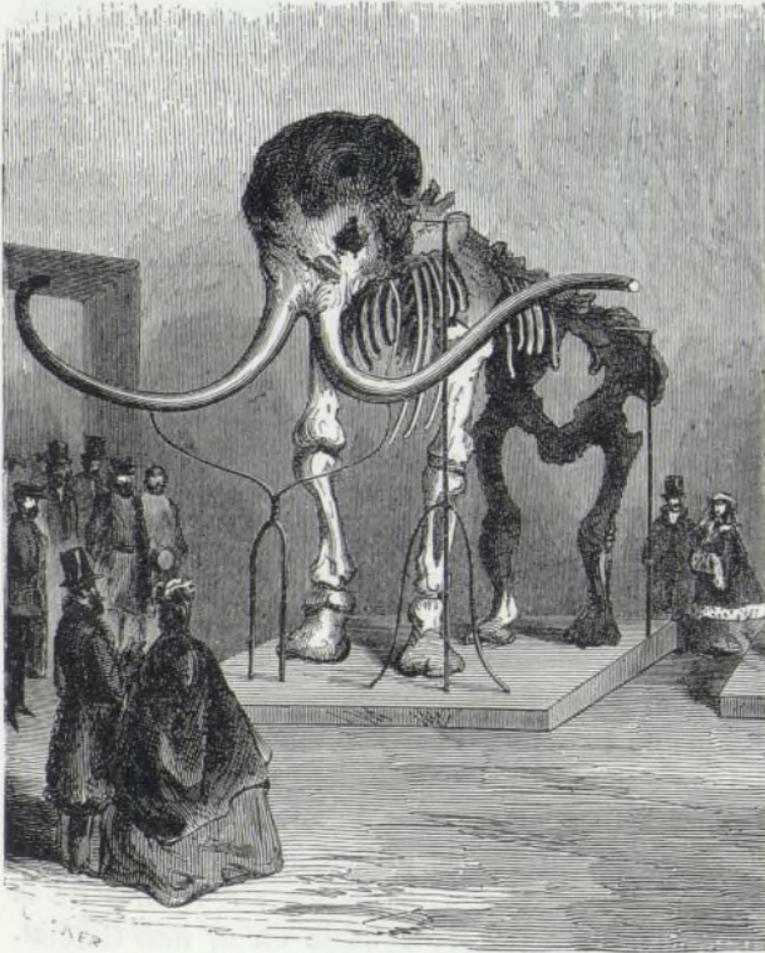
Hemos expuesto someramente los principales descubrimientos debidos á las investigaciones de los

¹ *Instrucciones nautiques*, par M. F. Maury, director del Observatorio de Washington, traduccion de E. Wanechout, capitán de navío. Publicadas en el Depósito de la marina.

sabios contemporáneos acerca de los fenómenos *glaciaríos*, y hemos indicado las hipótesis propuestas para explicar la antigua extension de los ventisqueros. Bien que estas hipótesis se apoyen en gran número de incóntestables hechos y sobre teorías positivas, están todavía rodeadas de muchas incertidumbres, y nos bastará resumir algunas observaciones recientes para demostrar la importancia de los problemas que quedan por resolver, y todo el interés de los estudios que ofrecen un ópimo fruto á los investigadores futuros.

Sabido es que los huesos del mammoth ó elefante fósil se encuentran con abundancia en toda la parte de la Siberia que se extiende de este á oeste desde los límites de la Europa hasta la América, y de norte á sur desde la base de las montañas del Asia central hasta las orillas del mar Artico. En ese vasto espacio, las orillas del Irtysh, del Obi, del Jenisei, del Lena y de otros varios rios, se han hallado casi en todas partes con vestigios de elefantes fósiles. Las islas del mar polar encierran cantidades tan grandes que la vertiente de la isla de los Osos, se halla formada de colinas compuestas casi enteramente de huesos de mammoth. Para dar una idea de ese prodigioso amontonamiento, diremos que se sacan anualmente de 60 á 80 mil libras de marfil fósil de la Siberia septentrional y del grupo de islas de la Nueva Siberia. Así, pues, segun el peso medio de los colmillos, que no es mayor de 120 libras, esta cantidad de marfil proviene lo ménos de 650 animales; y como la exploracion dura hace siglos, se puede juzgar de la enorme acumulacion de restos

de mammoth reunidos en esos puntos y á los que acompañan frecuentemente los huesos del rinoceronte y del búfalo de Siberia.



El mammoth.

En 1772, Pallas descubrió en Wiljuiskoi, á los 64° de latitud, sobre la orilla del rio de Wiljui,

afluente del Lena, el cuerpo de un rinoceronte que habia debido permanecer durante siglos enteros en estado de congelacion y que podia compararse á una momia natural. Ya hemos hablado del descubrimiento, llevado á cabo 30 años mas tarde, del cuerpo entero de un mammuth, que se habia visto cogido entre una masa de hielo á orillas del Lena, y cuyas partes blandas estaban aun en tal estado de conservacion que los lobos y los osos comieron su carne. La piel de este animal hallábase cubierta de cerdas semejantes á las de un jabalí, y que tenian de 12 á 16 pulgadas de largo. Hallábase, además, revestida de una lana rojiza que tenia 1 pulgada de larga próximamente. Este mammuth tenia 9 piés de alto y 16 de largo, sin contar los enormes colmillos de que estaba armado; su esqueleto figura en el Museo de San Petersburgo.

El descubrimiento de un mammuth de carne y hueso no es un hecho aislado, y citaremos á este propósito el siguiente fragmento del *Viaje* de Isbrant-Ides, aleman establecido en Rusia, que fué enviado como embajador cerca del emperador de China en 1692 : — « En las montañas que se hallan al nordeste de este rio (el Keta) es donde se encuentran los dientes y huesos de mammuth, que tambien se hallan en las orillas de los rios Jenizea, Trugan, Mungazea, Lena, á los alrededores de la ciudad de Jakutskoi, y hasta en el mar Glacial. Todos estos rios, en tiempo del deshielo, tienen corrientes de hielos tan impetuosas, que arrancan las montañas y arrastran con sus aguas enormes masas de tierra de un prodigioso tamaño. Acabada

la inundacion, esas masas de tierra permanecen en las orillas, y haciéndolas deshelar la sequía, hállanse en medio dientes de mammuth y algunas veces mammuthes enteros. Un viajero de la China que venia conmigo, y que todos los años iba en busca de colmillos de mammuth, me aseguró haber hallado una vez, en una pieza de tierra helada, toda la cabeza de uno de esos animales estando podrida su carne; los colmillos salian del hocico como los de los elefantes, y tanto á él como á sus compañeros les costó no poco trabajo para arrancarlos, lo mismo que algunos huesos de la cabeza, y entre otros los del cuello, el cual estaba aun manchado de sangre : por último, habiendo buscado mas adelante en el mismo terreno, halló un pié helado de un tamaño monstruoso, que llevó á la ciudad de Trugan. Este pié tenia, segun me dijo el viajero, la misma circunferencia que un hombre grueso por el medio del cuerpo.

» Son diversas las opiniones de las gentes del pais á propósito de estos animales. Los idólatras, como los Iakutes, los Tunguses y los Ostiakes, dicen que los mammuthes moran en subterráneos muy espaciosos que no abandonan jamás : que pueden discurrir libremente por esos subterráneos, pero que, así que han pasado á un lugar, se levanta la parte superior de la caverna y en seguida se baja, formando en este punto un profundo precipicio : están persuadidos asimismo que un mammuth muere tan luego como ve la luz, y aseguran que así es como han perecido los que han hallado muertos en las orillas de los rios cercanos á sus subterráneos,

á donde estos animales se adelantan inconsideradamente.

» Los ancianos rusos de Siberia creen que los mammuthes no son sino elefantes, bien que los dientes que tienen sean un poco mas encorvados y mas juntos en la mándibula que los de estos últimos. Antes del diluvio, añaden, el pais era muy cálido, y habia gran número de elefantes, los cuales flotaron sobre las aguas hasta el desagüe enterrándose así en el fango. Habiéndose vuelto frio el clima despues de esta gran catástrofe, el fango se heló y con él los cuerpos de los elefantes, que se conservan en la tierra sin corrupcion hasta que los descubre el deshielo. »

Como era interesante en extremo el poder examinar sobre el cadáver de uno de estos elefantes la disposicion de los órganos y el contenido del estómago, la Academia de San Petersburgo, á propuesta de uno de sus miembros, M. de Middendorf, puso á precio el descubrimiento de un cuerpo de mammoth entero, y se anunció en tiempo útil. En diciembre de 1865, se informó á la Academia que un Samoyedo habia hallado un mammoth completo, con la piel, cerca de la bahía de Tas, que se abre en el golfo del Obí. La Academia redactó inmediatamente las instrucciones necesarias para aprovechar este descubrimiento, y encargó una mision especial á M. F. Schmidt, conocido por sus investigaciones geológicas. M. Schmidt tenia la intencion de aprovecharse de los caminos de invierno para llegar hasta Ochotskoje, á 70° de latitud, y de esperar en seguida la desaparicion de las nieves para

ir en busca del mammuth. Nada se ha sabido aun sobre el viaje de este naturalista; pero se debe esperar que con su Memoria progresarán considerablemente nuestros conocimientos sobre los mammuthes, esos curiosos testigos de los tiempos primitivos cuyo número sobrepuja muchísimo al de todos los elefantes actualmente vivos.

Todo induce á creer que esta especie provista de una piel velluda y muy espesa habia sido dotada por la naturaleza de todo lo que podia precaverla en los inviernos rigurosos de un clima que debia sin embargo producir la vegetacion propia á su sustento. Lyell hace notar á este propósito que, á pesar del excesivo frio que reina hoy en la parte oriental del continente asiático, hállanse en esta region bosques de pinos, abedules, álamos, chopos, que se adelantan, orillando el Lena, hasta los 60° de latitud. Bajo el círculo polar, donde los grandes árboles cambian sus imponentes formas por las de arbustillos raquíuticos, los musgos y líquenes, alimento del rengífero, cubren por todas partes las rocas. Las setas y los helechos, muchas especies de saxífragos, y otras varias plantas se desarrollan allí con una maravillosa rapidez, desde principio del verano, sobre la ligera capa de tierra que recubre los hielos en ciertos valles, y ofrecen un contraste chocante, descrito frecuentemente por los viajeros, con el triste aspecto de una region en que el invierno no deja jamás su imperio.

« En la bahía de Kotzebue, al noroeste del estrecho de Behring, Seemann, naturalista del *Hérald*, observó en 1850 un ventisquero que presentaba una

particularidad bien notable. Sobre la escarpadura terminal del ventisquero, los marinos ingleses vieron con sorpresa una masa arcillosa de 1 á 7 metros de espesor, descansando inmediatamente sobre el hielo y que estaba cubierta de una capa de turba ¹ conteniendo una vegetacion espléndida de arbustos, tales como sáuces, helechos y plantas herbáceas entremezcladas de musgos y líquenes. Aquel terreno, que cubre á un ventisquero, es un gran descubrimiento. Demuestra ya que este hielo data de muchísimos siglos; pero hay mas : en las partes derrumbadas de la tierra arcillosa, Seemann y sus compañeros recogieron grandes huesos de elefantes, de caballo, de rengífero y de buey almizclado. Uno de los colmillos de elefante tenia 4 metros de largo y pesaba 79 kilogramos. Es preciso no olvidar que este elefante ó mammuth es un animal fósil, una especie perdida que ya no se halla viva en el hemisferio boreal. Así, pues, aquel hielo era contemporáneo y aun tal vez anterior á él : este ventisquero pertenece no á la época actual, sino á aquella en que los hielos de Norte y los de nuestras montañas se extendian en una gran parte de Europa y América : es un ventisquero fósil. Las aguas, resultado de la fusion de las nieves, han depositado en la superficie de este ventisquero la capa de arcilla, — que probablemente no es otra cosa que el lodo impalpable que resulta de la molienda de las rocas por el hielo, — y acarreaban al mismo tiempo huesos de elefantes, rengíferos y bueyes almizclados que habian

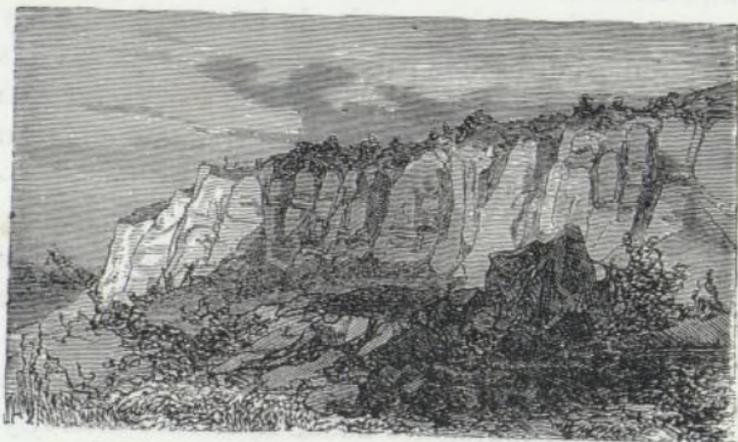
¹ Césped de tierra que se hace carbon. (N. del trad.)

perecido en las cercanías. Algunos musgos han sentado sus reales sobre esa arcilla, siempre húmeda : con el tiempo se han convertido en turba, sobre la que mas tarde han parecido los vegetales, amigos del suelo esponjoso de los hormagueros. El hielo, protegido por esta capa de tierra, no se ha derretido nunca, ni aun superficialmente, y se ha conservado, como las rocas mas refractarias á las influencias atmosféricas ¹. »

Para explicar la presencia de los mamuthes y de algunos otros cuadrúpedos muertos ya en las regiones polares, se ha hecho tambien observar que los animales de los climas septentrionales emigran segun las estaciones. El buey almizclado, por ejemplo, abandona todos los años sus cuarteles de invierno, y atraviesa el mar sobre el hielo para ir á pastar, en los meses de verano, las yerbas de la isla de Melville, situada á los 75° de latitud. Puede, pues, admitirse que los mamuthes pueden tambien extender sus excursiones hacia el círculo ártico, y, en este caso, la conservacion de sus huesos, y aun de su cuerpo entero en el hielo ó en el suelo helado, puede explicarse sin que sea necesario admitir ninguna súbita revolucion, sea en el antiguo clima, sea en el estado primitivo de la superficie del globo. Resumiremos aquí las consideraciones emitidas por Lyell en apoyo de esta opinion. Se puede suponer que en la época en que vivia el mamuth, las bajas tierras de la Siberia se extendian menos hácia el norte que ahora. Los hechos notados por

¹ C. Martins : *les Glaciers et la période glaciaire*.

Wrangel, han puesto en evidencia por otra parte que un levantamiento lento del suelo, análogo al que se efectúa en una parte de la Suecia, de la Noruega, y de Groenlandia, tiene lugar tambien de un modo incesante en las costas del mar Glacial. Semejante cambio en la geografía física de esta region, implicando el aumento constante de las tierras árticas, ha debido tender á aumentar allí la



Ventisquero fósil.

intensidad de los inviernos, y, mas bien á este aumento que no á una disminucion general de la temperatura media actual, será preciso atribuir la extincion del mammoth y de sus contemporáneos.

Por otra parte, los grandes rios de la Siberia que se dirigen desde las regiones templadas á las regiones árticas, están todos ellos lo mismo que el Mac-kensie, en la América del Norte, sujetos á crecidas considerables, causadas, como hemos dicho, por los desprendimientos que se producen en su parte supe-

rior, cuando aun están completamente helados en una extension de varios centenares de millas cerca de su embocadura. En este estado de cosas, las aguas corrientes se extienden sobre el hielo, y frecuentemente cambian de direccion, arrastrando con ellas enormes masas de tierra y casquijo mezcladas de hielo. Así, pues, como los hielos de la Siberia se cuentan en el número de las mayores corrientes de agua del mundo, fácilmente se concibe que los animales ahogados en sus aguas pueden verse transportados á grandes distancias en direccion del mar Ártico, y durante este trayecto, hallarse sepultados en los hielos flotantes ó en el fango helado. Segun el profesor Baer, de San Petersburgo, la tierra se halla constantemente helada, hasta la profundidad de unos 122 metros, en Yakutzk, ciudad situada en la orilla occidental del Lena, á 62° de latitud, y á mas de 200 leguas del mar polar. Se comprenderá que en semejante region los cuerpos de los animales empotrados en el hielo y el fango pueden permanecer allí indefinidamente, sin que les ataque la putrefaccion. Estos cuerpos pueden tambien verse absorbidos bajo algun monton de nieve, trasformada en hielo compacto, que las corrientes han arrastrado hácia las regiones polares.

En definitiva, todo induce á creer que el mammoth, lo mismo que los otros cuadrúpedos conformados de modo que pueden vivir bajo las altas latitudes, ha podido habitar la parte septentrional del Asia, en una época en que el clima era mas suave y uniforme que el de ahora.

Variaciones de los climas.

Las cuestiones promovidas por la variacion de los climas del globo han ocupado á un gran número de sabios. Al buscar las causas que habian podido determinar la elevacion ó disminucion de la temperatura en los antiguos períodos, se han preguntado tambien si el estado termométrico general habia cambiado desde los tiempos históricos, y si continúa aun cambiando hoy. Citaremos aquí algunos párrafos de un notable estudio ¹ en el que se ha profundizado este problema, y que da además nuevas luces sobre el período glaciario.

Nuestros lectores podrán hallar en la nota indicada una teoría general de los órdenes de estaciones que reinan en cada planeta, dependiendo de la variacion secular de los elementos astronómicos. Segun esta teoria, en 11760 ántes de nuestra era, fué cuando la estacion cálida y la estacion fria han presentado en nuestro hemisferio, en lo que atañe al calor solar, el máximum de su diferencia, es decir, las circunstancias mas favorables á una extension extraordinaria de los ventisqueros; correspondiendo á un invierno largo y frio un verano corto y ardiente. Con efecto, el sol, no dando jamás en verano sino idéntica cantidad total de calor, determina sensiblemente la fusion de la misma cantidad de hielo, mientras que por el contrario la cantidad

¹ Nota sobre la variacion secular de los climas, *Terre et Ciel*, por J. Reynaud, 3ª edicion.

de hielo anualmente formada, aumenta en proporcion del rigor y de la extension de los inviernos.

En 1122 de nuestra era la diferencia en cuestion ha llegado por el contrario á su *mínimum*, y desde esta fecha nuestro hemisferio adelanta de nuevo hácia el *máximum* del contraste, mientras que un efecto opuesto se produce en el hemisferio Sur, que se halla en una posicion inversa relativamente á la variacion del carácter general de las estaciones.

« Basta, dice J. Raynaud, abrir los anales de los pueblos del Norte para reconocer que el ventisquero boreal ha seguido justamente una marcha conforme á la ley cuyos efectos tratamos de distinguir. Hácia los siglos *décimo* y *undécimo*, los navegantes escandinavos hallaron el mar libre sobre la costa oriental de Groenlandia; allí se establecieron, fundando colonias que prosperan y permanecen en constante relacion con Europa; despues, hácia el siglo *xiv* cerróse el mar, las prolongaciones del ventisquero polar se extendieron á lo largo de esta costa hasta su extremo meridional, las comunicaciones se interrumpen, el pais se despuebla, y la naturaleza polar vuelve á tomar posesion de un terreno que no habia abandonado sino por algunos siglos, precisamente cerca del *xii*.

» Hé ahí un hecho terminante que es bien permitido considerar como una prueba de que nuestro planeta es efectivamente sensible á la variacion secular de las estaciones, y que se acuerda por otra parte perfectamente con el cambio de clima observado no solamente en Islandia y en la isla Jan-Mayen sino tambien en el archipiélago del noroeste, donde di-

ferentes señales demuestran que la poblacion de los esquimales se ve arrojada cada año de sus antiguas estaciones y obligada á volver á bajar hácia el Sur. »

Los ventisqueros deben ofrecernos idénticas verificaciones, y las observaciones de un gran número de naturalistas parecen probar en efecto la progresion de los ventisqueros en Suiza. En el hemisferio Sur, el gran ventisquero polar parece disminuir al mismo tiempo, como lo indica la teoría. El camino seguido por Cook, que se acercó al banco lo mas posible, es muy diferente de los que condujeron á James Ross y Dumont-d'Urville al descubrimiento de las tierras australes.

Los límites de que disponemos en este resúmen no nos permiten insistir sobre una teoría sometida al análisis matemático, y sobre la cual el cálculo, en lo que permite el estado actual de las ciencias físicas, se acuerda con el razonamiento y la observacion. Esta teoría no es por otra parte, segun su mismo autor, sino una solucion aproximada de la cuestion, cuyas dificultades crecen si se emprende tratarla en su totalidad, es decir, añadiendo la accion termológica del sol á la accion termológica del planeta.

En su concienzuda obra sobre las *Revoluciones del mar* ¹ y la periodicidad de los grandes diluvios, M. J. Adhémar ha hecho intervenir tambien las leyes cosmológicas en la explicacion de los fenómenos que han modificado sucesivamente la cons-

¹ *Révolutions de la mer*, segunda edicion. Paris, 1860. Libreria Lacroix-Comon.

titucion del globo. Esta explicacion está basada en los mismos principios que la que acabamos de señalar someramente; pero se exageran singularmente sus consecuencias. M. Adhémar trata de probar en efecto, que el centro de gravedad del globo puede verse fuera de su puesto por la aglomeracion de hielos en uno de los polos : « Desde el año 1248, dice, nuestro hemisferio empieza ya á enfriarse, mientras que el hemisferio austral se calienta; y, cuando los hielos del polo boreal sobrepujen á los del polo austral, el centro de gravedad del sistema atravesará el plano del ecuador. La masa de las aguas será arrastrada de uno á otro hemisferio, y los continentes vecinos del polo antártico serán abandonados por el mar, mientras que los que nosotros habitamos serán sumergidos. »

No seria imposible, segun M Adhémar, reconocer la crecida actual producida por el ventisquero austral, observando con cuidado la sombra de la tierra en los eclipses de luna. Recuerda á este propósito que en junio de 1830, el sabio M. d'Abbadie observando en Lóndres los cascos helados de Marte, le pareció tan notable el fenómeno que sacó de él un dibujo, reproducido en la obra de M. Adhémar y que representa el planeta puntiagudo por un lado. Luego diferentes condiciones astronómicas deben producir en el planeta Marte, mayor desigualdad en los dos ventisqueros polares.

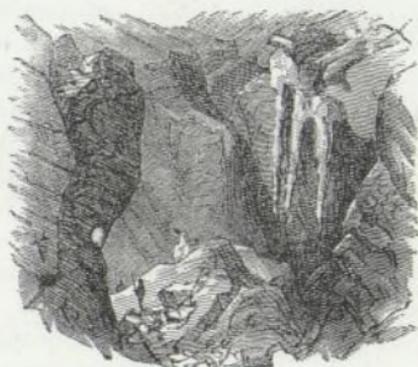
No nos detendremos mas en estas teorías, expuestas por esclarecidos ingenios, sinceros, dotados de saber y talento, y que, por esto mismo, nos han parecido dignos de interesar á nuestros lectores. Pero

añadiremos, de acuerdo con la idea de J. Reynaud, que si, para entrar en una nueva edad, la tierra debiera sufrir aun trastornos análogos á los que han marcado las primeras fases de su formacion, sin duda nos seria permitido el transmitir á nuestros herederos el tesoro de verdades morales y científicas que son el fruto precioso de nuestros perseverantes esfuerzos, la señal mas brillante de nuestro comun origen, y el galardón mas cierto de un destino en relacion con la belleza de nuestras creencias y la grandeza de nuestras aspiraciones.

Estas aspiraciones, estas creencias, son por otra parte el verdadero origen de todo gran progreso en nuestras esclarecidas sociedades. Si el genio y la ciencia, revelando á los naturalistas un mundo desconocido, han dado principio á la maravillosa historia que un dia nos permitirá remontar, guiados por las leyes de la geología, hasta las mas remotas épocas de la creacion terrestre ; si han hallado la huella de la sucesion de los fenómenos producidos por las fuerzas creadoras, no debemos olvidar que no ha sido solo aplicando á tan difíciles investigaciones el riguroso método que fecunda la observacion, sino tambien consagrando á estas investigaciones las fuerzas de un sincero desinterés, y de una elevacion moral cuyo sello hallamos siempre en la obra de los ingenios de primer orden que han honrado nuestra raza. La grandeza de este doble impulso está perfectamente expresada en una elocuente página del naturalista Tschudi :

» Lo que llama al hombre á las elevadas regiones es el sentimiento del poderío espiritual que le

inflama y mantiene su energía ante los obstáculos bien terribles á veces que la naturaleza le suscita: es la satisfaccion de triunfar, por el perseverante esfuerzo de una voluntad inteligente, de una ruda oposicion de la materia ; el ardiente amor de la eterna ciencia , el santo deseo de descubrir las misteriosas leyes que presiden á la vida universal. Quizás tambien es la noble ambicion de señor de la tierra, que por un acto libre y atrevido quiere grabar en su conciencia, sobre la última cima conquistada y ante la inmensidad del mundo, el sello de su parentesco con el infinito. »



FIN

INDICE DE LOS GRABADOS

	Páginas.
La <i>Recherche</i> en medio de los hielos.....	1
Flores del hielo.....	7
Flores de la nieve.....	14
Chozas de nieve.....	35
Aparato refrigerante.....	40
Hotel de los Neuchateleses.....	52
Pabellon del ventisquero del Aar.....	53
Cascada del ventisquero de Corbassière.....	57
Ventisquero de Svinafells-Jokull.....	67
Aguja de hielo.....	71
Mesas de los ventisqueros.....	77
Ventisqueros del planeta Marte.....	83
Rocas ensortijadas y trozos erráticos.....	92
Sion.....	97
El monte Blanco visto desde el Jura.....	103
Lecho de un antiguo ventisquero.....	111
Trozo errático, en el pais de Gales.....	117
El monte Blanco.....	123
Monte Rosa.....	129
Ventisqueros del monte Rosa.....	131
Ventisquero de Schwarze.....	139
Ventisquero de Schwarze.....	143
Ventisquero de Grindelwald.....	153
El Schreckhorn.....	159
El mar de hielo.....	169
Huracan en el mar de hielo.....	177

	Paginas.
Manantial del Arveyron.....	185
Caverna de hielo.....	188
La Jungfrau.....	193
Alud de fondo.....	197
Alud de hielo.....	203
Hospicio del monte S. Bernardo.....	207
Grietas en los lagos.....	217
Trozos erráticos del San Lorenzo.....	227
Bancos de hielo.....	231
Isla de hielo.....	241
Hielos flotantes.....	245
Entrada en el banco de hielos.....	255
Interior del banco de hielos.....	258
Salida del banco de hielos.....	262
Desembarco en la tierra Adelia.....	263
Montaña de hielo.....	287
El mammoth.....	309
Ventisquero fósil.....	316

INDICE DE LAS MATERIAS

I. — EL HIELO.

Páginas.

Congelacion del agua. — Fuerza expansiva del hielo. — Flores del mismo. — Ventisqueros naturales. — Hielo atmosférico. — Rehielo y moldaje del hielo. — Hielo congelado. — Estratificacion y estructura viciada del hielo. — Seraces. — Hielo del fondo. — Idem de la superficie. — Palacios y chozas de hielo. — Comercio de hielo en los Estados Unidos	1
---	---

II. — LOS VENTISQUEROS.

Ley de circulacion. — Progresion de los ventisqueros. — Las <i>moraines</i> . — Rocas anilladas. — Hotel de los Neuchateleses. — Analogia de los ventisqueros y de los rios. — Utilidad de los ventisqueros. — Adelanto y retirada de los ventisqueros. — Ablacion. — Las grietas. — Mesas y molinos. — Bandas parabólicas. — Distribucion geográfica de los ventisqueros. — Ventisqueros de Marte.	43
---	----

III. — PERIODO VENTISCOZO.

Destrucion de las altas cimas. — Trozos erráticos. — Antiguos ventisqueros. — Ventisquero del Arve. — Formacion del relieve de los Alpes. — Ventisquero ártico.	
---	--

— Clima del periodo ventiscoso. — Influencia de los vientos y de las corrientes. — Influencia del calor solar 87

IV. — VENTISQUEROS DE LOS ALPES.

Caminata por los ventisqueros. — Ventisqueros del monte Blanco y del monte Rosa. — Ventisquero de Schwarze. — Música de los ventisqueros. — Ventisquero de Grindelwald. — Circo de Finster-Aar. — Mar de hielo de Grindelwald. — El Schreckhorn y el Finsteraarhorn. — Ventisquero de Finster-Aar. — Hielos de las altas regiones. — Expedicion de invierno al mar de hielo del monte Blanco. — Huracan en el ventisquero. — Flores de nieve. — Manantial del Arveyron. 119

V. — LOS ALUDES.

Aludes de la Jungfrau. — Idem de fondo. — Idem de hielo. — Idem de viento. — Desprendimiento de las nieves sobre los volcanes. — Hielo debajo de la lava. 191

VI. — HIELOS FLOTANTES.

Produccion del hielo y formacion de las grietas en la superficie de los lagos. — Ruido bajo el hielo. — Fenómenos curiosos. — Inviernos rigurosos. — Resistencia del hielo. — Patinadores. — Desprendimientos. — Desprendimientos en el Misisipí. — Inundaciones. — Poder de transporte de los hielos flotantes. — Islas de hielo. — Ventisqueros de la Tierra de Fuego. — Depósitos erráticos. — Formacion y aspecto de los hielos flotantes. — Bancos de hielo. — Cielo de agua. 215

VII. — HIELOS DE LAS REGIONES POLARES.

El banco de hielos austral. — Estancia en el banco. — Tierras Adelia y Victoria. — Ventisqueros polares. —

	Páginas.
Paso nordeste. — Viaje por el banco de hielos. — Paso nordeste. — Hielos de la bahía de Baffin. — El mar abierto. — Transporte de hielos los por medio de las corrientes. — Expedicion al polo Norte.	251

CONCLUSION.

Cambio de temperaturas. — Leyes generales. — El mammoth. — Ventisquero fósil. — Variacion de los climas	303
---	-----



